3 1761 07394932 3

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL SCIENCES,
UNIVERSITY OF TORONTO

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
University of Toronto

http://www.archive.org/details/p1dasantlitzdere03sues

DAS

ANTLITZ DER ERDE.

VON

EDUARD SUESS.

MIT 23 TEXT-ABBILDUNGEN, 6 TAFELN UND EINER KARTE DER SCHEITEL EURASIEN'S.

DRITTER BAND.

ERSTE HÄLFTE.

DEPARTMENT OF GEOLOGICAL SCIENCES,
UNIVERSITY OF TORONTO

PRAG. F. TEMPSKY. WIEN. F. TEMPSKY. LEIPZIG. G. FREYTAG.

1901.

Alle Rechte sowie das Recht der Uebersetzung vorbehalten.

GB
53
S8
1892
Bd. 3
T.1

DEPARTMENT OF GEOLOGY
LIBRARY
PRESENTED BY
Professor A. P. COLEMAN
UNIVERSITY OF TORONTO

INHALT

DER ERSTEN HÄLFTE DES DRITTEN BANDES.

Vierter Theil. Das Antlitz der Erde.

Seite

Erster Abschnitt. Einleitung. Zerlegung der Aufgabe. — Aufsuchung eines Planes der Leitlinien. — Allgemeine Faltung der ältesten Felsarten 3

Zweiter Abschnitt. Der Norden Sibiriens. Asien. — Das Amphitheater von Irkutsk. — Die westsibirische Ebene. — Transgressionen von Turgai. — Gesteinsfolge im ostsibirischen Tafellande. — Der Fluss Angara. — Gondwána-Land, Tethys und Angara-Land. — Randfalten. — Granit von Nijne-Udinsk. — Steinige Tunguska. — Untere Tunguska. — Nord-Jenissei. — Tafelberge der Wasserscheide. — Wilui und Lena. — Uebersicht 11

Dritter Abschnitt. Der alte Scheitel. Einleitung. — Patomske Nagorje. — Sabaikalien. — Der Baikal-See. — Westrand des Baikal-See's. — Gebirge im Süden des Baikal-See's. — Ost-Sajan. — Der Horst am Jenissei. — Rückblick. — Minussinsk. — West-Sajan. — Tannu-ola. — Changai. — Das See'n-Thal. — Gobi-Altai. — Oestliche Gobi. — Schluss 53

Vierter Abschnitt. Peripherische Bildungen im Osten des Scheitels. Die Wasserscheide des Eismeeres. — Der grosse Chingan. — Ebene des oberen Amur. — Aldan-Gebirge. — Bureja-Gebirge und Kleiner Chingan. — Mandschurei. — Sichota-Alin. — Hokkaido und Sachalin. — Uebersicht 144

Fünfter Abschnitt. Altai und die Altaiden. Tomsk. — Kusnetzkii-Alatau und Salaïr. — Innere Bogen des Altai. — Kirgisen-Gebirge. — Tian-shan. — Bei-shan. — San-sjan-tsy. — Lun-shan. — West-Nan-shan. — Schaarung von Nan-shan und dem Jarkend-Bogen. — Die Altaiden 196

Sechster Abschnitt. Die östlichen Altaiden. Ordos. — Die Gebirge am Hoang-ho. — Chara-narin-ula und Ala-shan. — Gabelung von Ost-Nan-shan. — Rückblick. — Mittlererer und Ost-Kuen-lun. — Trennung der burmanischen und der Yünnan-Ketten. — Westlicher Zweig. — Mandalai. — Masse von Cambodge. — Oestlicher Zweig. — Der Rothe Fluss. — Rückblick. — Die Malayische Halbinsel. — Banda-Bogen. — Muthmaassliche Theile von Neu-Guinea. — Borneo. — Celebes. — Halmahera. — Ueberblick der östlichen Altaiden 256

Seite

Siebenter Abschnitt. Der Jarkend-Bogen, Iran und Turan. Der Jarkend-Bogen oder West-Kuen-lun. — Himálaya. — Saféd-kóh. — Sewestán. — Iran. — Hindu-kush. — Turan. — Amu-darja. — Syr-darja. — Das heutige Asien . 344

Achter Abschnitt. Die Tauriden und die Dinariden. Kleinasien. — Ostpontischer Bogen. — Gegend von Heraklea bis Amasra. — Schaarungen im westlichen Kleinasien. — Die aegäischen Inseln. — Die albanische Tertiär-Bucht. — Die Hauptzüge der Dinariden. — Durchquerung der Adria. — Idria. — Die Grenznarbe. — Karnisches Gebirge. — Transgressionen. — Jüngere Gebirgsbewegungen 402

Neunter Abschnitt. Das nördliche Europa. Die Wasserscheide Aral-Irgis. — Beziehungen des Ural zum Kaukasus. — Ufa. — Faltenzüge zwischen Ufa und dem Eismeere. — Die vorcambrische Tafel. — Fortsetzung derselben im baltischen Schilde. — Fortsetzung derselben im südlichen Russland. — Beziehungen zu den Sajaniden. — Die caledonischen Linien. — Die skandinavische Ueberschiebung. — Theoretische Betrachtungen. — Beziehungen von Skandinavien zu Schottland. — Schluss 454

Übersicht der Tafeln.

Zu Seite

X Die Gebirge zwischen Brahmaputra und Yang-tse-kiang 276
XI Die Philippinen und der Sunda-Archipel 297
XII Bruchstücke von Leitlinien zwischen dem Kabul-Flusse und dem Flusse Jhelum 355
XIII Zwischenketten am Amu-Darja und am Syr-Darja 373
XIV Bassegi, Kwarkusch und die Poljudow Kette 464
XV Die Überschiebungen im mittleren Skandinavien 486
XVI Versuch einer schematischen Darstellung der Scheitel Eurasiens als Anhang.

VIERTER THEIL.

DAS ANTLITZ DER ERDE.

ERSTER ABSCHNITT.

Einleitung.

Zerlegung der Aufgabe. — Aufsuchung eines Planes der Leitlinien. Allgemeine Faltung der ältesten Felsarten.

Um das Antlitz der Erde zu besprechen, haben wir mit der Vorstellung begonnen, dass ein Beobachter, aus dem Himmelsraume diesem Planeten sich nähernd, die Wolken der Atmosphäre bei Seite schiebe, um die unter seinen Augen rotirende Oberfläche zu überblicken. Wir setzten dann voraus, derselbe Beobachter sei im Stande, so wie er die Wolken bei Seite schob, nun auch die Meere zu entfernen und das nackte Felsgerüste und die grossen Tiefen des Meeres zu beschauen.

Möchte derselbe Beobachter den Blick zur Seite wenden. Ein anderer Himmelskörper glänzt neben ihm, der zur Hälfte beleuchtete Mond. Hier hat er nicht Wolken bei Seite zu schieben, nicht Oceane zu entfernen, und wenn auch eine Hälfte abgewendet und ihm unsichtbar bleibt, stört dafür keine Rotation den ruhigen Anblick. Die scharfen Schlagschatten verrathen ihm das Vorhandensein riesiger Schlackenwälle an den Rändern der sogenannten Meere, er erkennt gewaltige kreisförmige Bildungen wie das Mare Crisium und andere kreisförmige Höhen, einigermaassen vergleichbar den Vulcanen von Hawai, wie Aristoteles und Copernicus und so viele Andere, und auf den grösseren Kreisen sitzen wie Parasiten kleinere und offenbar jüngere Kreise.

Endlich lernt der Beobachter auch die Spuren der Verfestigung der lunaren Schlackenhülle zu finden, die Contractions-Sprünge, die Krater-Rillen und die steigende Aehnlichkeit mit den explosiven Vulcanen der Erde.

Nun verräth sich auch das Wesen des Unterschiedes zwischen dem Antlitze des Mondes und jenem der Erde.

Dem Monde fehlen nicht nur die Wolken und die Meere, sondern es fehlen ihm auch alle aus dem Einflusse der Atmosphäre und des Wassers hervorgehenden Veränderungen seiner von glasigem Schutt bedeckten Oberfläche. Geschichtete Ablagerungen gibt es nicht.

Zugleich fehlen dem Monde jene lang hinstreichenden Faltenzüge, welche die Gebirgsketten der Erde bilden. Es ist nichts auf demselben vorhanden, was sich etwa den Randbogen Eurasien's vergleichen liesse, und jene lunaren Höhenzüge, auf welche man die Namen Alpen, Apennin, Kaukasus übertragen hat, sind Schlackenwälle, welche mit den gleichnamigen Faltenzügen der Erde nichts gemein haben als die Namen.

So gross ist der Antheil der geschichteten Ablagerungen an dem Aufbaue der Erdoberfläche, dass man geneigt sein könnte, im Gegensatze zur Scoriosphäre des Mondes, hier von der Stratosphäre der Erde zu sprechen. Aber nicht nur sieht man auch auf der Erde grössere Strecken von jüngeren, unmittelbar aus Schmelzfluss erstarrten Gesteinen bedeckt, nicht nur sind ältere ähnliche Gesteine, wie Granit, durch nachträgliche Abtragung der Stratosphäre auf grössere Flächen hin blossgelegt, sondern es bilden auch die Wechselbeziehungen zwischen den geschmolzenen Felsarten und der Stratosphäre eine der wichtigsten Fragen für das Verständniss des Gefüges unserer Berge.

Diess zeigt schon die Vertheilung der heutigen Vulcane. Man kann ohne Mühe wahrnehmen, dass die Vulcane der Aleuten, der Kurilen, von Java und Sumatra, der Kleinen Antillen und auch andere auf bogenförmigen Linien stehen, welche vorgezeichnet sind durch den Verlauf von Faltengebirgen. Ebenso ist bekannt, dass die Vulcan-Linie von Mexiko, jene von Mittel-Amerika, sowie jene der äthiopischen Gräben in voller Selb-

ständigkeit die Falten des umliegenden Gebirges unter den verschiedensten Winkeln durchschneiden.

Wir gelangen daher zu der Unterscheidung von *streichenden Vulcanlinien* und von *selbständigen Vulcanlinien*, und schon diese ersten Schritte lehren, dass eine völlige Trennung der Betrachtung der Falten und von jener der Vulcane unthunlich ist.

Dennoch ist jeder Versuch, die ganze Mannigfaltigkeit im Antlitze der Erde zu überschauen, eine so umfassende Aufgabe, dass eine Zerlegung nöthig ist. An einer früheren Stelle wurden alle Dislocationen der Erde in zwei Gruppen getheilt, in solche, die aus Faltung, und jene, die aus Senkung hervorgehen. Dieser Theilung entsprechend soll in den zunächst folgenden Abschnitten zwar nicht ausschliesslich, aber doch der Hauptsache nach von Faltung gesprochen werden, während die nähere Betrachtung von Bruch, Riss, Senkung, sowie der Beziehungen der geschmolzenen Felsarten zur Stratosphäre späteren Abschnitten vorbehalten bleibt.

Die Erforschung des Querprofiles einzelner Faltenzüge ist in der letzteren Zeit sehr vorgeschritten, und man hat auch in Experimenten die in der Natur gegebenen Verhältnisse mit mehr oder weniger Glück zu wiederholen versucht. Diese Experimente haben sich stets auf die Herstellung eines der Natur ähnlichen Querprofils bezogen. Zugleich hat die Betrachtung der Natur selbst gelehrt, dass auch die gewagtesten Voraussetzungen über das Ausmaass horizontaler Bewegung, welche man vor wenigen Jahren aussprechen durfte, gar weit hinter der Wirklichkeit zurückstanden. Reyer fasste die Faltung als ein Fliessen der Gesteine auf. Nachdem unsere Fachgenossen in Frankreich und der Schweiz, an ihrer Spitze Marcel Bertrand, das Vorhandensein von abgetrennten Deckschollen oder ‚lambeaux de récouvrement' nachgewiesen hatten, trat das Wort ‚écoulement' für diese Art der Faltung hervor. Endlich kamen Fälle zu Tage, in welchen Faltung zur Nebenerscheinung wird und die tangentiale Bewegung sich auf einer oder mehreren sehr grossen Wechselflächen vollzieht.

Die Kenntniss des Querprofils ist aber nur ein Stück der Aufgabe; ein anderes Stück ist die Aufsuchung der horizontalen

Projection, d. i. des Grundrisses. Es war eine Zeit, in welcher jede einzelne Anticlinale des Juragebirges als eine selbständige Hebungsaxe angesehen wurde; dann begriff man, dass so viele parallele Sättel einen gemeinsamen Ursprung haben müssen; dann sah man, dass eine gewisse Abhängigkeit von den Alpen besteht; endlich erkannte man die Stauung am Schwarzwalde und wurde es deutlich, dass Alpen und Jura nur Theile des südlichsten, innersten und jüngsten von drei Faltenbogen seien, welche seit dem Schlusse der Silurzeit nach einander quer über das mittlere Europa aufgerichtet worden sind. Auf diese Art führt uns die Erweiterung der Kenntnisse zur Erfassung von Einheiten immer höherer Ordnung, und die einzelne Anticlinale des Juragebirges erscheint uns nun als ein Theil des ausgedehnten Baues.

Fortzuschreiten auf diesem Wege der Synthese, die Faltenzüge zu noch grösseren Einheiten naturgemäss zu vereinigen und einen möglichst grossen Theil der Erdfaltung in einem einzigen, einfachen Ausdrucke zu erklären, das ist die Aufgabe, welche heute dem Geologen gestellt ist. Es handelt sich darum, den von der Natur auf das Antlitz der Erde geschriebenen Plan der Leitlinien zu ermitteln.

Auf der südlichen Hemisphäre ist die Meeresbedeckung so ausgedehnt, dass, namentlich bei dem noch sehr lückenhaften Zustande der Kenntnisse, kaum irgend ein wesentlicher Erfolg zu erwarten ist. Der nachfolgende Versuch beschränkt sich denn auch fast ausschliesslich auf den Norden, nämlich auf die nördlich von der Südgrenze Eurasien's und vom caraibischen Golf gelegenen Theile der Erde.

Auch hier sind die Schwierigkeiten gross genug.

Selbst so einfache Begriffe, wie Faltengebirge und Tafelland, deren Gegensatz den Ausgangspunkt mancher trefflichen Darstellung des äusseren Bildes eines Landstriches bietet, besitzen wohl morphologische Bedeutung, aber der Gegensatz schwächt sich bei strenger Erfassung der tektonischen Merkmale wesentlich ab. Denn es gibt wohl grosse Tafeln, z. B. von Kreidekalkstein oder von Karoo-Sandstein, aber unter diesen Tafeln liegen immer und allenthalben gefaltete Felsarten. Die Faltung

mag sich erst in grösserer Tiefe vorfinden, aber dass sie an keiner Stelle fehlt, ergibt sich aus dem Umstande, dass alle archaischen Felsarten der Erde Faltung oder eine der Faltung gleichwerthige Pressung erfahren haben. Der baltische und der canadische Schild und die an vielen Stellen sichtbare discordante und flache Auflagerung cambrischer Sedimente auf gefaltete ältere Felsarten, sowie die auch innerhalb der vorcambrischen Gesteine sichtbaren Discordanzen mögen hier als Beispiele dieser allgemein bekannten und grundlegenden Erfahrung erwähnt sein.

Wenn nun Faltung zugleich Einengung auf einen geringeren Raum bedeutet, so möchte schon aus dieser ersten Thatsache auf eine Verminderung der planetarischen Oberfläche geschlossen werden. Aber nicht dieser Umstand hat jetzt so sehr unsere Aufmerksamkeit zu fesseln, als vielmehr die andere Erfahrung, dass Faltenzüge bereits in vorcambrischer Zeit abgetragen waren. Wo nun cambrische Sedimente ihnen flach auflagern, wie etwa bei St. Petersburg, ist man gezwungen vorauszusetzen, dass seit ausserordentlich langer Zeit die alte Faltung sich nicht fortgesetzt und nicht erneuert hat. Es ist, als schlummere hier die Erde oder als sei die faltende Kraft abgestorben im Gegensatze zu Gebieten, in welchen junge Sedimente an der Faltung theilnehmen.

Hieraus ist weiter zu entnehmen, dass die faltende Kraft einst über den ganzen Erdball thätig gewesen, heute aber örtlich beschränkt ist. Der gesuchte Plan wird daher Stücke von verschiedenem Alter umfassen, und es ist sogar die Möglichkeit vorhanden, dass wir auf Stücke von verschiedenen und ungleichartigen Plänen stossen.

In den bisherigen Abschnitten sind nur Bruchstücke aus einem solchen Plane der Leitlinien ohne Zusammenhang geboten worden, und die Vereinzelung ist es, welche diese fragmentarischen Ergebnisse räthselhaft macht.

Aus diesen bisherigen Ergebnissen nenne ich wegen seiner grossen räumlichen Bedeutung zuerst die Verschiedenheit zwischen dem pacifischen und dem atlantischen Typus der Küsten. (II, 256.) Man frägt sich, welche besondere Eigenthümlichkeit in dem Baue

der Erdoberfläche es mit sich bringen mag, dass vom Cap Hoorn und von Staaten Island bis Grönland, bis zum Cap der guten Hoffnung und wieder bis Cap Comorin und wieder bis zu den Mündungen des Ganges keine Festlandsküste von Leitlinien der Faltung begleitet ist, während von den Mündungen des Ganges ostwärts bis Cap Hoorn solche Leitlinien die Küsten begleiten oder vorzeichnen. Deutlich sieht man, wie die Ostküste Australiens den pacifischen, die Westküste den atlantischen Bau zeigt und ebenso deutlich zeigt in Südamerika die Ostküste die atlantischen und die Westküste die pacifischen Merkmale. Man sieht noch mehr. Der Bogen der Kleinen Antillen und der Bogen von Gibraltar, fast symmetrisch gelegen, zeigen bei Annäherung an das atlantische Gebiet eine völlige Rückbeugung, als würden sie durch eine unbekannte und geheimnissvolle Kraft von dem Eintritte in dieses Gebiet abgehalten.

Die asturische Mulde lehrt sogar, dass vor dem Bestande des Bogens von Gibraltar um acht Breitegrade weiter gegen Nord eine ähnliche Rückbeugung vorhanden war (II, 150) und dass der heutige Verlauf des Bogens von Gibraltar eine Wiederholung des älteren asturischen Bogens ist. Es ist aber schwer zu verstehen, wie sich eine solche neue Curve bilden soll, wenn nicht irgend eine Art frei anspülender Erdwellen vorausgesetzt werden will.

Noch weiter im Norden ist die Sachlage eine ganz verschiedene. Ketten treten gegen die atlantische Küste vor, aber sie versinken. So ist es in der Bretagne und dem südwestlichen Irland und jenseits in Neu-Fundland und Neu-Braunschweig. Die Riasküsten an diesen Stellen sind der Gegensatz zu den rückgebeugten Bogen des Südens.

Nun ergibt sich allerdings aus diesen Umständen eine gewisse Symmetrie im Osten und im Westen des atlantischen Oceans, aber innerhalb dieser Symmetrie erscheinen merkwürdiger Weise auf europäischer Seite zwei Elemente doppelt, welche in Amerika nur einfach vertreten sind, nämlich die Riasküste der Bretagne und jene der Pyrenäen, dann der asturische Bogen und jener von Gibraltar. (II, 166.)

In das europäische Festland eintretend, bemerkt man zuerst den wiederholten Aufbau dieses besonders vielgestaltigen Theiles der Erde. Die Gneisse der Hebriden waren gefaltet und abgetragen, bevor auf sie der vorcambrische Torridon-Sandstein aufgelagert worden ist. Auf ihn wurden aus SO. in vordevonischer Zeit die caledonischen Schuppen geschoben. Diesen folgte gegen den Schluss der Carbonzeit die Auffaltung der armoricanischen und variscischen Bogen. Nachdem diese letzteren in Horste aufgelöst waren, folgte noch weiter im Süden, durch solche Horste eingeengt, die Bildung der Alpen. Auf diese Art ist der Bau Mitteleuropa's wieder und wieder erneuert und dabei seine Gebirgswelt gegen Süden gerückt worden. (II, 153.)

Während aber dieser wiederholte Aufbau von der caledonischen Zeit bis zu den jüngsten Falten sich stets in ziemlich gleichsinniger Weise durch Bewegung gegen Nord vollzogen hat, und gleichsam der alte Plan erneuert wurde, sieht man im Kaukasus das Gegentheil. Seine Richtung steht beinahe senkrecht auf jener der Faltung des Ural und gegen Süden weicht sie ebenfalls entschieden sowohl von jener des taurischen, als des iranischen Bogens ab. Schräge und mit unveränderter Richtung zieht der Kaukasus an der Schaarung dieser beiden grossen Bogen vorüber (I, 634). An dieser Stelle kann kaum von der Einheitlichkeit des Planes gesprochen werden, und doch ist es gerade der Kaukasus, welcher die Aeste des Tian-shan mit den jüngeren Leitlinien Mitteleuropa's verbindet.

Anders ist das Bild, wenn man die scharfe Grenze betrachtet, welche vom Wadi Draa an der atlantischen Küste bis über Java hinaus Eurasien von den südlichen Landstrecken abtrennt. Die Bogen, welche diese Grenze bilden, alle gegen Süd bewegt, deuten doch wieder auf einen Zusammenhang dieses ganzen weiten Gebietes, und blickt man auf die Ostküste Asien's, auf die sich wiederholenden Inselkränze sammt den Schaaren von Inseln, welche dieser Küste wie keiner anderen auf der Welt vorgelagert sind, so drängt sich auch hier unwiderstehlich der Gedanke auf, dass irgend eine gemeinsame Ursache dieser Umkränzung Asien's zu Grunde liegen muss.

Diese Beispiele und Fragen mögen genügen. Sie zeigen, dass das meiste und wichtigste, was bisher über die Lage der Leitlinien ermittelt werden konnte, sich auf Europa und die Peripherie Eurasien's bezieht. Eine Verbindung der Bruchstücke und jede Art von Synthese war aber noch zur Zeit des Erscheinens des zweiten Bandes aus dem Grunde unmöglich, weil jene mittleren Theile Asien's, in welchen der Zusammenschluss der Bogen gesucht werden müsste, Sibirien und die Mongolei, fast völlig unbekannt gewesen sind. Erst die letzten Arbeiten russischer Forscher gaben die Möglichkeit zu einem solchen Versuche. Auch heute wird dieser Versuch trotz aller gütigen Unterstützung von Seite erfahrener Fachgenossen, nur mit dem ausdrücklichen Vorbehalte vielfacher späterer Richtigstellung unternommen.

Die Aufgabe bringt es aber mit sich, dass die nun folgenden Darstellungen sehr ungleichartig sein werden. Es wird nöthig sein, weniger bekannte Gebiete, namentlich solche, über die noch keine Gesammtschilderung vorliegt, ausführlicher zu behandeln, während in anderen Fällen die Berufung auf bereits Gesagtes hinreichen wird.

ZWEITER ABSCHNITT.

Der Norden Sibirien's.

Asien. — Das Amphitheater von Irkutsk. — Die westsibirische Ebene. — Transgressionen von Turgai. — Gesteinsfolge im ostsibirischen Tafellande. — Der Fluss Angara. — Gondwâna-Land, Tethys und Angara-Land. — Randfalten. — Granit von Nijne-Udinsk. — Steinige Tunguska. — Untere Tunguska. — Nord-Jenissei. — Tafelberge der Wasserscheide. — Wilui und Lena. — Uebersicht.

Die Einheit des Baues der asiatischen Gebirge wurde von den hervorragendsten Kennern dieses Welttheiles anerkannt und hat je nach dem Standpunkte des einzelnen Beobachters Ausdruck gefunden. In Sibirien spricht Semenow von terrassenförmigem Stufenlande, Gobi mit dem Chingan sei die höchste, das Amur-Land mit Sichota-Alin eine zweite, das Meer mit den Inselbogen eine dritte Stufe. In China gewinnt Richthofen den Eindruck, als ob das ganze Land in grossen Flexuren zum pacifischen Ocean sich herabsenke. In Japan vergleicht Naumann Asien mit einer erhöhten Calotte des Erdkörpers, umgeben von peripherischen Brüchen. Vor den überfalteten Ketten des Himalaya stehend, meint Griesbach, man sehe eine südwärts gerichtete Bewegung des ganzen Körpers von Asien.

Nun legen wir vor uns eine Karte von Asien.

Bogenstücke sind im Osten sichtbar, am Meeresufer wie in den Kränzen von Inseln, Bogenstücke im Süden, dann am Ganges, am Indus, weiter im Innern auch in Iran, im westlichen Kuenlun; dann folgen die ausstrahlenden Aeste des Tian-shan.

Bald sind die Bogen stärker, bald minder stark gekrümmt, bald gegenseitig sich hemmend, bald abgelenkt an zwischenliegenden Schollen, aber doch sichtlich harmonisch, d. i. nach einem einheitlich die Gesammtheit beherrschenden Plane gelagert, welcher das Vorhandensein eines gemeinsamen Scheitels im Innern des ganzen Aufbaues vermuthen lässt.

Dieser einheitliche Scheitel liegt in der Nähe eines bogenförmig geordneten Bruches, welcher wie ein Amphitheater die Gegend von Irkutsk umgibt. Nahe dem östlichen Rande dieses Amphitheaters liegt der Baikal-See.

Noch einmal suchen wir auf der Karte die Gesammtheit zu überblicken.

Indem wir dabei noch einmal von dem gefalteten Bogen der Peripherie vordringen gegen das Amphitheater von Irkutsk, nehmen wir wahr, wie gegen Innen auch die typischen Gestalten der Berge sich verändern. Freilich, in so unbegrenzter und wunderbarer Mannigfaltigkeit hat die Natur diese Gipfel und Ketten an ihre Plätze gestellt, dass so wie kein menschliches Auge sie alle zu überschauen, so auch keine Feder sie zu beschreiben vermag. Aber dennoch unterscheiden wir draussen am Rande des grossen Aufbaues, in der Nähe des Meeres zahlreiche Vulcane, den gewaltigen Kljutschew, den schlanken Fusi-yama, den Schlund des Krakatau, den zweifachen Kegel von Barren Island, weiterhin Koh i Taftan und die anderen mächtigen Kegel des südlichen Baludshistan. Dann, weiter gegen die Mitte, folgen die weiss erglänzenden Riesen der Hochgebirge, behängt mit Gletschern, Gauri sánkar, Mustag Ata, die tibetanischen Ketten. Dann die nackten langen Felsmauern der Gobi, sich erhebend über ihren Bel, d. i. über einen horizontal geschichteten Sockel, welcher unter scharfem Gegensatze der Umrisse jede einzelne dieser Felsmauern umgibt. Dann, wenn wir in die nördliche Mongolei gelangt sind, begegnen wir Gegenden, welchen das Alter die Reize genommen hat. Von den höheren Regionen des Altai bis in den Süden des Baikal und bis gegen den oberen Amur und das Ochot'sche Ufer sieht man entweder völlig abgetragenes oder in stumpfe Horste aufgelöstes Gebirgsland oder endlich die bezeich-

nenden ‚monomorphen Gestalten', wie sie Radde nennt. Es sind mehr oder minder vereinzelte oder gruppenweise neben einander stehende stumpfe, gerundete Kegel, von einer breiten Grundfläche hoch aufragend über die Grenze des Waldwuchses. Schutt und Blöcke, dazwischen Striemen und Flecken von Schnee bedecken ihre Abhänge. ‚Goletz', d. h. Glatzkopf, nennt man sie in Sibirien. Die Gipfel der Bjelucha im Altai, Munku Sardyk am See Kossogol, Sochondo und viele höhere Gipfel dieser alten

Fig. 1. Goletz am Chon-Choldoi-daban (Tunkin'sche Alpen).
(Nach einer von Herrn Jatschewski freundlichst mitgetheilten Photographie.)

Gebirge nehmen mehr oder minder diese Gestalt an. Dann, jenseits der Quellen des Wilui, weit draussen in der nordischen Einöde, werden wir ausgedehnte Tafelberge kennen lernen, deren Fuss und Abhänge aus flachgelagerten altpalaeozoischen Sedimenten bestehen, während das Dach von einer Decke von basischem Effusivgestein gebildet wird. Oft ist dieses Dach eben wie ein Brett, oft auch durch Klüftung und Ausspülung aufgelöst in eine Krone von wilden und gespensterhaften Zacken, an

welchen der Aberglaube der Tungusen haftet. Endlich ist die Tundra erreicht mit den flachen mesozoischen Transgressionen und das Gestade des Eismeeres.

So wechseln die Gestalten, aber erst wenn es möglich und gestattet wäre, auf die Umrisse Farben zu legen und die sonnigen Gärten von Buitenzorg zu vergleichen mit der gelben und abgestuften Landschaft des chinesischen Löss oder mit den Nebelwolken über den vereisten Gräbern so vieler edler Forscher an den Mündungen der Lena, dann würde ein etwas deutlicheres Bild von der Grösse, der bunten Verschiedenartigkeit und der Schönheit des Gegenstandes hervortreten, welchem dieser und die nächstfolgenden Abschnitte gewidmet sind.

Die Gegensätze im Gefüge des Landes und der Berge sind nicht geringer als jene der äusseren Gestalt. Am Südfusse des Himalaya liegen überfaltete jungtertiäre Schichten; nördlich vom Baikal trifft man bis zum Eismeere cambrische Sedimente in ungestörter Lagerung. In der That befindet sich der Baikal-See in der Nähe einer wichtigen Grenze. Südlich von demselben liegen bogenförmige Ketten und ihre bogenförmige Gestalt würde in den meisten Fällen noch viel deutlicher hervortreten, wenn wir nicht gewöhnt wären, unter einzelnen herkömmlichen Namen, wie Stanowoj, Sajan und Kuenlun Stücke verschiedener Gebirge zu vereinigen. Nördlich und westlich vom Baikal liegt das Gebiet der wenig gestörten Schichten und der vereinzelten Tafelberge. Noch weiter im Norden folgen aber neuerlich Bogen. Es sind ihrer nur zwei, nämlich der Werchojan'sche Bogen und der sehr unvollständig bekannte und fragliche Bogen am Taimyr.

Auf diese Art ergibt sich eine erste Gliederung des östlichen Eurasien, und zwar in folgende Gebiete: 1. die beiden arktischen Bogen; 2. die sibirische Ebene; 3. die grosse, bogenförmig gefaltete Aussenregion.

Die arktischen Bogen grenzen sich gegen die Ebene scharf ab; einen Theil der Grenze des Werchojan'schen Bogens bezeichnet unter eigenthümlichen Umständen der Unterlauf der Lena. Die sibirische Ebene theilt sich, wie bald gezeigt werden wird, in

zwei von einander verschiedene Theile; die westliche Hälfte, das Flachgebiet des Ob, ist von jungen Sedimenten bedeckt. Weit schwieriger ist es, die Südgrenze der Ebene zu beschreiben. Die Schwierigkeit liegt in der Mannigfaltigkeit.

Es wird zur grösseren Deutlichkeit späterer Darstellungen beitragen, wenn schon an diesem Orte eine flüchtige Schilderung der südlichen Grenze der östlichen Ebene auf der Strecke zwischen dem Jenissei und dem Baikal vorangeschickt wird. Ich kann es mir aber nicht versagen, zuvor der aufrichtigen Bewunderung über die Leistungen unserer russischen Fachgenossen in Sibirien Ausdruck zu geben. An vielen Stellen werde ich besonderen Dank zu sagen haben für Belehrung und Unterstützung, welche mir von ihrer Seite zu Theil geworden sind.

Das Amphitheater von Irkutsk. Die südliche Umrandung der Ebene tritt westlich vom Baikal gegen Süden zurück und bildet ein weites Amphitheater; innerhalb desselben liegt die Stadt Irkutsk. Innerhalb desselben sieht man aber auch auf Fig. 2 den Lauf der Angara, der Steinigen Tunguska, den Oberlauf der Unteren Tunguska und der Lena. Schon die Vereinigung des Oberlaufes so vieler Flüsse zeigt die völlige Verschiedenheit von dem einheitlich zu einer Hauptader sich vereinigenden Flusssystem des Ob.

Die Umrandung besteht aus verschiedenen Stücken, und zwar: aus dem archaischen Gebirge am mittleren Jenissei (*a*, *a*), welches längs dieses Flusses zwischen den Mündungen der Steinigen Tunguska und der Angara durch einen Bruch abgeschnitten ist und südlich von der Angara sich in vereinzelten Schollen südwärts verfolgen lässt; ferner aus einem langen Faltenzuge (II, II), welcher auf den Karten in seinem grössten Theile als Ost-Sajan oder Ergik-targak bezeichnet ist und sich bei Krasnojarsk eine Strecke weit über den Jenissei fortsetzt. Der Munku Sardyk (*M S*) am See Kossogol, die Alpen an der Kitoja und der Tunka (III, III) gehören ihm an. Den ganzen Osten der Umrandung bildet das sa-baikal'sche Gebirge, von dem Hochlande am Patom im Norden (V) über das Hochplateau des Witim und seine südlichen

Fortsetzungen (IV, IV), ferner über den oftgenannten Abhang des Jablonnoi an der Ingoda und Tschita (VI, VI) bis weit nach Osten reichend.

Im Westen des Baikal-Sees liegt noch ein schmaler Gebirgssaum, welcher seinem Baue nach in enger Beziehung zu dem sa-baikal'schen Gebirge steht. Er endet nahe westlich vom West-Ufer des Sees an einem Bruche (*b*, *b*). Dieses ist der Chrebet Primorskii, d. i. das Seegebirge.

Fig. 2. Das Amphitheater von Irkutsk.

Pr = Primorskii Chrebet; *On* = Onotskii Chrebet; *MS* = Munku Sardyk.

Alle Felsarten der Umrahmung des Amphitheaters von Irkutsk sind von vorcambrischem Alter. Alle sind gefaltet. Diese Gebirgstheile sind es, welche den südlichen Rand der ostsibirischen Ebene bilden. Wesentlich verschieden davon ist die südliche Umrahmung der westlichen Ebene. Hier treten die langen Aeste der Virgation des Tian-shan vor; die Ausläufer der Ebene

breiten sich am Ili, am Tschu, am Syr-Daria zwischen denselben aus. Diese können als ein südlicher abflussloser Kranz angesehen werden, welcher das grosse Flussgebiet des Ob umgibt.

Vor diese Virgation des Tian-shan aber stellt sich, namentlich westlich vom Irtysch, an orographischer Bedeutung in der Kirgisensteppe zunehmend, ein fremdartiger selbständiger Faltenzug ein.

Nach diesen Vorbemerkungen will ich versuchen, zuerst die Ebene, und zwar zuerst die westliche Ebene, auf Grund der mir vorliegenden Berichte zu beschreiben. Die östliche Ebene, richtiger das östliche Tafelland, ist darum an die zweite Stelle gesetzt, weil sie sich enger anschliesst an das Gefüge der im nächsten Abschnitte zu besprechenden Gebirgsländer.

Die arktischen Bogen aber sollen erst an viel späterer Stelle besprochen werden, weil der Zusammenhang von Alaska mit dem Werchojan'schen Gebirge zu erörtern ist.

Die westsibirische Ebene. Diese Ebene ist offen gegen das Eismeer und sie besitzt im Südwesten eine Pforte, welche wenigstens zeitweise eine Verbindung der Wässer mit dem Aral-See und mit dem Mittelmeergebiete Europa's ermöglicht hat. Hiedurch wird die Untersuchung dieses weiten Gebietes besonders lehrreich für die Kenntniss des Wesens der grossen Transgressionen.

Westlich von Semipalatinsk am Irtysch und bis weit über Akmolinsk hin verzeichnen unsere Karten die östliche Kirgisensteppe. Es wird aber zu oft vergessen, dass in Sibirien unter dem Worte ‚Steppe' jedes an Niederschlägen und Pflanzenwuchs, namentlich an Baumwuchs, arme Gebiet, unabhängig von der Gestalt des Bodens, bezeichnet wird, und zwar im Gegensatze zur Taiga, d. i. dem Urwalde.

Die östliche Kirgisensteppe ist ein breites Gebirgsland, welches sich in einzelnen Rücken über 4000 Fuss erhebt und welches durch seinen westlichsten Theil die sibirische Ebene gegen Südwest so weit abschliesst, dass gegen den südlichen Ural hin auf der Wasserscheide zwischen Tobol und Irgis ein verhältnissmässig schmaler Raum zurückbleibt; es ist die Strasse von Turgai.

Diese Strasse hat die vorübergehenden Verbindungen mit den turanischen und mediterranen Wässern ermöglicht.

Die westliche Begrenzung der Ebene bildet der Ural; die östliche Grenze haben wir in der Nähe des Jenissei zu suchen. Jatschewski hat gezeigt, dass archaische Gesteine von Osten her an den Jenissei herantreten und von der Mündung der Angara bis fast zur Mündung der Steinigen Tunguska (Podkammenaja) an einem langen Bruche mit Absenkung des westlichen Flügels knapp am Jenissei enden (*a*, *a* Fig. 2).[1]

Das rechte Ufer des Stromes ist steil und felsig; es schneidet in spitzem Winkel die gegen Nordwest streichenden alten Felsarten ab. Das linke Ufer ist flach, die alten Felsarten sind verschwunden, und auf der ganzen weiten Strecke bis zum Ob ragen aus den jüngsten Anschwemmungen nur vereinzelte Reste einer fast zerstörten Decke von mürbem, tertiärem Sandstein hervor.

Kurz vor der Einmündung der Steinigen Tunguska erweitert sich der Jenissei. Unter dem Namen der ‚Siebzig Inseln' ragen Felsriffe aus demselben empor. Bei dem Dorfe Ossinowoi setzen die alten Felsarten auf das linke Ufer über und sie streichen von hier gegen das Quellgebiet des Tass fort. Hier hat die Absenkung ihr Ende erreicht.

Wir wenden uns nun zu den Sedimenten, welche die Niederung des Ob ausfüllen.

Abgesehen von Karpinski's wichtigen Arbeiten über das Verhältniss des Ural zum Kaukasus, von welchen an späterer Stelle gesprochen werden soll, müssen schon hier einige auf die Herkunft der Transgressionen bezügliche Ergebnisse erwähnt werden, welche aus den Arbeiten unserer Fachgenossen in Russland hervorgehen.

Die mitteljurassische Transgression reicht von den arktischen Gegenden über die Petschora in's mittlere Russland, ist bei Krakau und bis in's östlichste Bayern bekannt, reicht aus Russland südwärts durch die turanische Niederung nach Baludshistan und rings um die Ufer des indischen Oceans. Diese Transgression ist im westlichen Sibirien bisher unbekannt.

Nikitin hat in überzeugender Weise die Thatsachen vereinigt, welche lehren, dass das Meer der Wolgastufe aus dem Norden, die Transgression der mittleren und oberen Kreide dagegen aus dem Süden und Westen über die Ebenen des europäischen Russland getreten ist.[2]

Sokolow hat gezeigt, dass während des letzten Abschnittes der eocänen Zeit, und jedenfalls zur Zeit des Unter-Oligocän, ein weites Meer im südlichen Russland vorhanden war, welches mit dem unteroligocänen Meere des nördlichen Deutschland in offener Verbindung stand. Dieses Meer trat zurück vor der Zeit der Poltawastufe, d. i. vor der Zeit der Bernstein-Waldungen.[3]

Die letzte Transgression des Eismeeres, deren Spuren in den nördlichsten Theilen von Russland sichtbar sind, war ohne Zweifel arktischen Ursprunges. Sie ist jünger als ein beträchtlicher Theil der Eiszeit.

Der heutige Lauf des Tobol deutet die alte Richtung der Verbindung der Wässer durch die Strasse von Turgai an. Die Flüsse, welche seinem Oberlaufe von der linken Seite her zufliessen, lassen erkennen, dass die Felsarten des Ural mit gleichem Streichen und in geringer Tiefe noch weit östlich vom Gebirgsrande vorhanden sind. Noch ziemlich weit oberhalb Kustanai und oberhalb der Mündung des Ajat hat Krasnopolski am Tobol Porphyr, Porphyrit und Devon angetroffen und am Ajat, zwischen Nikolajewsk und der Mündung, traf derselbe Porphyr, Diabas, Spuren von Carbon, mesozoische pflanzenführende Schichten und marine obere Kreide.[4]

Die Kreide liegt am Ajat horizontal über aufgerichteten palaeozoischen Schichten. Sie enthält Ostrea vesicularis, Ostrea acutirostris, Belemnitella lanceolata u. A. Ihre Merkmale sind ganz europäisch. Sie reicht aber nach den bisherigen Beobachtungen nicht weiter als bis an den Ajat, und in vollem Gegensatze zum mittleren Europa ist bisher aus der ganzen sibirischen Ebene noch keine sichere Spur der obercretaceischen Transgression bekannt geworden, vorausgesetzt, dass nicht ein weit entferntes und abweichendes Vorkommen an der Sosswa im nordöstlichen Ural hieher zu zählen ist, von welchem bald gesprochen werden soll.

Nach der Kreide treten die tertiären Meere durch die Strasse von Turgai. Wissotzki hat eine lehrreiche Uebersicht der Verbreitung ihrer Ablagerungen in Sibirien gegeben.[5] Diese beginnen, wie im europäischen Russland, mit einem späteren Theile

Fig. 3. Tertiär-Ablagerungen des westlichen Sibirien (nach Wissotzki).

1. Eocäne und oligocäne Meeres-Ablagerungen; 2. und 3. Mittel- und jungtertiäre Süsswasserbildungen; 4. Jüngere Fluss- und See-Ablagerungen; 5. Ablagerungen mit erratischen Blöcken; 6. Bildungen der jüngsten arktischen Transgression.

des Eocän; es ist ein grünlicher, grobkörniger Sand mit Glaukonit, mit Zähnen und Wirbeln von Fischen und schlecht erhaltenen Resten von Pholadomya, Cyprina, Ostrea u. A. So sind sie am oberen Tobol sichtbar.

Die unteroligocänen Sedimente sind zumeist thonig und erreichen eine grosse Verbreitung. Sie liegen in vereinzelten Schollen an dem Nordgehänge der Höhen der Kirgisensteppe und reichen im Thale des Irtysch sogar bis Semipalatinsk hinauf. Dort erscheinen sie als ein violettgrauer und bunter plattenförmiger Thon mit Gyps und führen Cyprina, Fusus gracilis, Fusus multisulcatus u. A. Sie reichen aber auch sehr weit gegen Nord. Fedorow hat sie an der Sosswa jenseits 63° n. Br. angetroffen und in derselben Breite sind sie östlich von dieser Stelle bei Sureisk am Ob sichtbar. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass das unteroligocäne Meer von Deutschland über Turgai östlich vom Ural bis an das Gebiet des heutigen Eismeeres gereicht hat.

Gegen die Mitte oder das Ende der oligocänen Zeit endet jede Meeresverbindung durch die Strasse von Turgai. Die marinen Thone beginnen mit eingeschalteten Lagen von Lignit zu wechseln; man findet Bernstein; weisser Sand tritt auf. Gerade wie im südlichen Russland ist es die Phase der Bernstein-Waldungen, welche dem Rücktritte des Meeres folgt. Eine Verbindung der europäischen Meere und des Eismeeres ist fortan auf dem Wege über Turgai nicht mehr vorhanden.

Der nächstfolgende Horizont im westlichen Sibirien, vielleicht schon dem Miocän zuzuzählen, ist dünngeschichteter, braungrauer Thon mit Gyps, da und dort mit salzigen Wässern, auch Bittersalzsee'n und nur in den Flussthälern, in diesen aber gleichfalls bis über den 62° n. Br. sichtbar.

Nun folgen weit ausgedehnte, mittel- und jungtertiäre Süsswasserablagerungen. Die verbreitetsten sind mürbe, horizontale Sandsteine mit Braunkohle; ihre Flora wurde von Heer als miocän beschrieben.[6] Diese Süsswasserablagerungen erscheinen bereits auf der Strasse von Turgai selbst und bilden vor den Abhängen der Kirgisensteppe einen sehr breiten Saum, welcher gegen Norden bis Jalutorowsk am Tobol, dann bis Kainsk und noch viel weiter in das östliche Sibirien sich erstreckt. Diese Zone mag wohl auch verschiedene tertiäre Stufen umfassen. Am Irtysch wurde, 60 Werst unterhalb Omsk, ein Zahn von Mastodon tapiroides gefunden.

Die sculpturirten Unioniden, welche durch Tscherski und Martens bei Omsk bekannt geworden sind, tragen das Gepräge der levantinischen Vorkommnisse von Süd-Europa.[7]

Von den glacialen Vorkommnissen und den Ablagerungen mit Elephas primigenius soll hier geschwiegen werden.

Die Schichtreihe besteht in dem Südwesten der Ebene, daher aus marinen Schichten, welche von dem Senon bis gegen das Mitteloligocän reichen und die Meere darstellen, welche durch die Strasse von Turgai getreten sind; dann folgen Süsswasserschichten, von der Zeit der Bernstein-Waldungen bis wahrscheinlich in die levantinische Zeit reichend.

Ganz anders ist es im Norden. Die ausführlichsten Nachrichten verdanken wir Fedorow.[8] Vom 62° n. Br. bis in die Nähe des 64°, und wohl noch weiter gegen Nord sieht man in den Tiefen der Flussthäler, selten hoch über Niederwasser aufsteigend, grünen Thon mit Geoden. In demselben unterscheidet Nikitin nach den Versteinerungen zwei Horizonte, und zwar die obere Wolgastufe mit Olcosteph. Okensis, und darüber Neocom. An einer Stelle an der Sosswa fand Fedorow einen dunklen thonigen Schiefer oder fetten Thon, mit zahlreichen Resten von Baculites. Dieses ist das bereits erwähnte, bisher einzige Anzeichen einer etwa der oberen Kreide zuzurechnenden Ablagerung im nördlichen Sibirien. Es ist kaum möglich, sie nach den vorliegenden Angaben näher mit der südlichen Kreide von europäischem Typus zu vergleichen (II, 365).

Süsswassersedimente scheinen diesem weithin von noch jüngeren Bildungen bedeckten Theile des Nordens zu fehlen.

Die Spuren der letzten arktischen Transgression sind bis Obdorsk bekannt.

Summiren wir nun, was über die Verbreitung der Meere bekannt ist. Die Wolgastufe und Neocom erscheinen nur im Norden. Die obere Kreide von europäischem Typus ist nur im äussersten Südwesten in der Nähe der Strasse von Turgai sichtbar. Daneben bestehen fragliche Baculitenschichten an der Sosswa. Das obere Eocän tritt im Südwesten auf. Das unteroligocäne Meer verbindet die Strasse von Turgai mit dem Gebiete des

heutigen Eismeeres. Die letzte arktische Transgression ist, wie jene der Wolgastufe und des Neocom, nur im Norden erkennbar.

In diesem ganzen Gebiete sieht man keine Spuren einer jüngeren Faltung. Von Westen her sinken die völlig abgetragenen Falten des Ural unter die Hülle der jüngeren Sedimente hinab, ohne dass man sagen könnte, wie weit sie unter denselben nach Osten reichen.

Gesteinsfolge des ostsibirischen Tafellandes. Das Tafelland von Ostsibirien ist von der weiten und mit jungen Sedimenten regelmässig angefüllten Mulde des Ob gänzlich verschieden. Aus dieser Mulde nach Osten reisend, trifft man am Jenissei die archaischen Felsarten, welche der Umrahmung des Amphitheaters von Irkutsk angehören (Fig. 2). Innerhalb des Amphitheaters beginnt das östliche Tafelland. Es ist von diesem gegen SW., S. und SO. eingeengt und gegen NO. vom Werchojan'schen Bogen. Von NW. greift das Taimyr-Gebirge in dasselbe ein und westlich und östlich von diesem erreicht es auf verhältnissmässig schmalen Strecken das Eismeer.

Im Süden dieses Raumes erheben sich breite, ungegliederte Rücken, oft gänzlich von finsterem und versumpftem Urwald überdeckt; dann kommen, namentlich auf der Wasserscheide von Jenissei und Lena, Tafelberge mit steilen Abfällen, in der Regel die Seehöhe von 600 bis 700 M. erreichend. Noch weiter im Norden liegt die Waldgrenze und die gefrorene Tundra.

Grosse Flüsse mit mächtigen Eisgängen durchströmen das Gebiet, gegen West zum Jenissei, gegen Ost zur Lena und gegen Nord zum Eismeere hin. Wahrscheinlich ist der grösste Theil des Gebietes des Aldan als eine Erweiterung dieses Tafellandes zu betrachten. Das Thal der Lena, auf weite Strecken hin mehr als 300 M. tief eingegraben, gehört dem Tafellande an, mit Ausnahme des untersten Theiles, welcher in den Werchojan'schen Falten gleichsam gefangen ist. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Olenek. Anabar und Chatanga erreichen unmittelbar aus dem Tafellande das Eismeer. Die drei Tunguska stellen den westlichen und Wilui den östlichen Abfluss dar.

Von dem Gebirgsrande südlich von Irkutsk (52°) bis zur Mündung des Anabar (jenseits 73°) nimmt dieses Tafelland mehr als 21 Breitegrade ein.

Vier Elemente nehmen Theil an dem Aufbaue.

Das erste ist eine weite palaeozoische Tafel, welche vom äussersten Süden bis zum Eismeere nach aller Wahrscheinlichkeit unter dem ganzen Gebiete vorhanden ist. Sie bildet den unteren Theil oder die ganze Höhe der Berge, und man sieht ihre Spuren in den meisten Flussthälern. Sie beginnt mit den Aequivalenten der untercambrischen Olenellus-Schichten; Kalkstein ist sehr vorherrschend, aber es zeichnet sich auch eine Reihe von rothem Sandstein und buntem Mergel mit Gyps und Salz aus, welche wir nach Toll's Untersuchungen in's Untersilur stellen und daher abtrennen von den gyps- und salzführenden Schichten, welche ausserhalb dieses Raumes bei Minussinsk auftreten und devonischen Alters sind.

Die grosse Tafel ist streckenweise ganz horizontal geschichtet. Am Rande des Amphitheaters aber stellt sich wahre Faltung ein, und zwar ist dieselbe je näher dem Rande, umso stärker. Gegen die Mitte des von diesem Rande umfassten Raumes ist die Faltung sehr schwach und die ganze weitere Tafel zeigt eine kaum gestörte Lagerung. So weit die heutigen Erfahrungen reichen, ist an keiner Stelle die Unterlage der cambrischen Sedimente sichtbar, mit Ausnahme eines Vorkommens von metamorphischem Thonschiefer, welches Tschekanowski unter den cambrischen Lagen bei Djedaisk in der Erosionsrinne der Lena oberhalb der Mündung des Patom antraf.

Auf dieser cambrischen und silurischen Tafel lagert, namentlich in der südlichen Hälfte, als das zweite Element eine Anzahl grosser und kleiner Schollen von pflanzenführenden Schichten. Sie zeigen, dass der grösste Theil der Tafel durch sehr lange Zeit nicht vom Meere bedeckt gewesen ist. Sie bestehen aus Sandstein und Conglomerat, seltener aus Schieferthon und sind häufig von nutzbaren Kohlenflötzen begleitet. Asplenium Whitbyense wird an besonders vielen Orten angetroffen, doch ist die Gleichzeitigkeit aller dieser Schollen keinesfalls

festgestellt. Oswald Heer hat sie in den mittleren Jura gesetzt. Seither sind verschiedene Meinungen über ihr Alter laut geworden; mancherlei Beziehungen zu den Floren des indischen Gondwána-Landes sind in den südlichen, innerhalb des Altai gelegenen Fortsetzungen hervorgetreten, und Zeiller hat die dortigen pflanzenführenden Sedimente zum Theile dem Perm zugezählt.[10]

Solche Schollen erscheinen nämlich nicht nur auf dem ostsibirischen Tafellande bis zum Fusse des Werchojan'schen Bogens, sondern sie breiten sich weit über das innere Asien aus. Wir werden die Spuren ihrer verschiedenartigen Floren durch die Mongolei und über grosse Theile von China und Japan verfolgen können. Im südlichen China sind die ‚rothen Schichten' des rothen Beckens, sowie im nördlichen China der ‚Ueberkohlen-Sandstein' Richthofens hieherzuzählen. Der letztere ist im Nanshan bis über die Linie des ewigen Schnee's emporgetragen, denn die Grenze dieser offenbar binnenländischen Sedimente fällt nicht mit der Grenze der grossen Gebirgsketten zusammen. Sie erscheinen auch viel im Westen wieder, in Persien wie am Ostrande des Ural und sie treten nach Europa ein.

Die Frage nach dem Alter der einzelnen Floren zu entscheiden, ist hier nicht der Ort. Die meisten mögen der Juraformation zufallen; einzelne sind rhätischen, andere wahrscheinlich permischen Alters. In Japan reichen sie bis in die Kreideformation. Im Allgemeinen erinnert der heutige Zustand der Kenntnisse an jenen, welcher in Indien vor der Ordnung der verschiedenen Floren des Gondwána-Landes vorhanden war.

Das Gondwána-Land ist gegen Norden begrenzt durch eine breite Zone von Meeres-Bildungen der mesozoischen Epoche Diese Zone erstreckt sich von Sumatra und Timor über Tonking, Yunnan zum Himalaya und Pamir, Hindukush und nach Kleinasien. Sie ist in ihrer Gesammtheit als der Rest eines Meeres anzusehen, welches quer über dem heutigen Asien lag. Dasselbe wurde von Neumayr das ‚centrale Mittelmeer' genannt und wird hier mit dem Namen Tethys bezeichnet werden. Das heutige europäische Mittelmeer ist ein Rest der Tethys.[11]

Die oben erwähnten pflanzenführenden Schichten China's, Mongolien's und Sibirien's geben Zeugniss vom einstigen Bestande eines zweiten grossen Festlandes der mesozoischen Zeit im Norden der Tethys. Nach dem bedeutenden, nahe seiner Mitte gelegenen Flusse Angara wird dieser einstige Continent hier das Angara-Land genannt werden, und da sich an diesem Flusse und südlich von demselben sehr grosse Schollen dieser pflanzenführenden Ablagerungen befinden, werden diese letzteren hier den Namen der Angara-Serie tragen. Hiemit soll nicht irgend eine neue definitive Bezeichnung geschaffen sein, sondern vielmehr ein vorübergehendes und neutrales Wort, welches einer bestimmten Altersbezeichnung der einzelnen Schollen nicht vorgreift. Es umfasst dasselbe die Summe der permischen und mesozoischen Floren dieses Continentes in ähnlicher Weise, wie dies im Süden für die Gondwána-Floren gebräuchlich ist. Die Zergliederung der ersteren und die chronologische Gleichstellung beider muss weiteren Studien überlassen bleiben.

Auch nach dem Erlöschen der Tethys ist ein beträchtlicher Theil des Angara-Landes und namentlich auch der ganze Süden des ostsibirischen Tafellandes nicht mehr vom Meere bedeckt worden. Davon geben viele Schollen von braunkohlenführenden Schichten den Nachweis, welche von tertiären Floren begleitet sind. Hieher gehört die von Osw. Heer beschriebene Flora von Simonowo am Tschulym. Solche tertiäre Ablagerungen reichen tief in die Thäler der südlichen Gebirge hinein, und wenn sie auch vielleicht nicht alle gleichen Alters sind, wird doch durch ihre weite Ausstreuung die Abwesenheit des Meeres bezeugt. Sie sind die Fortsetzung ähnlicher Ablagerungen im Gebiete des Ob.[12]

Durch das Verschwinden der Tethys und durch die Vereinigung des alten Angara-Festlandes mit dem indischen Bruchstücke des Gondwána-Continentes ist das heutige Asien entstanden.

In einem eigenthümlichen Gegensatze zu all den Binnenland-Bildungen, welche das Angara-Land auszeichnen, steht das dritte Element, nämlich die von Norden her zu verschiedenen

Zeiten eingetretenen Transgressionen der mesozoischen Meere über die alte Tafel. Sie treten in der äusseren Gestalt des ostsibirischen Tafellandes ebensowenig hervor, wie die Angara-Serie, aber sie sind von nicht geringerem Interesse. Nach dem heutigen Stande der Erfahrungen erreichen sie ihre südliche Grenze am mittleren Wilui in der Nähe von 62° n. Br. Da jedoch pflanzenführende Schichten der Angara-Serie in nördlicheren Breiten an der Lena bekannt sind, ist ein Schwanken der Umrisse des Festlandes während der mesozoischen Zeit anzunehmen.[13]

Um die Kenntniss dieser Transgressionen hat sich Toll durch seine wiederholten Reisen in den arktischen Tundren grosses Verdienst erworben. Am unteren Anabar, nördlich von 72° n. Br. bis zum Eismeer, erkannte derselbe die Zone des Amalth. margaritatus des Lias, die Zone des Cardioc. cordatum des braunen Jura, die Wolgastufe und das Neocom.[14]

Die Triasablagerungen, welche innerhalb des Werchojan'schen Gebirges mächtig entwickelt sind und, wie sich später zeigen wird, sogar bis an die Mündung des Olenek vortreten, sind bisher noch nicht auf dem Gebiet der palaeozoischen Tafel angetroffen worden. Die arktische postglaciale Transgression zeigt ihre zerstreuten Spuren über das ganze nördlichste Asien hin (II, 360).

Als das vierte Glied endlich nehmen an der Zusammensetzung dieses Tafellandes sehr ausgedehnte Ergüsse basischer Laven Antheil. Bald engen sie mit hohen Felswänden den Lauf der Flüsse ein, bald bilden sie lange Wasserscheiden und bald erscheinen sie als das steil umgrenzte Dach von Tafelbergen. Oft sind sie säulenförmig abgesondert, oft werden sie unter dem Namen ‚sibirischer Trapp' vereinigt, oft auch kurz als Basalte bezeichnet. Tschekanowski, welcher sie auf weiten und mühevollen Reisen kennen lernte, sprach sich hauptsächlich wegen der gleichmässigen Höhe sehr entfernter Tafelberge für die Gleichzeitigkeit dieser basischen Ergüsse aus. Jatschewski hat neuerdings diese Frage verfolgt und sich auch für die Einheit aller dieser Vorkommnisse oder doch eines sehr grossen Theiles derselben entschieden.[15]

Einheit und Gleichzeitigkeit sind aber verschiedene Dinge, und die Zeitabschnitte, welche uns die sedimentäre Serie kennen lehrt, sind nicht durch dieselben Umstände abgegrenzt, welche für grosse eruptive Vorgänge maassgebend sind. Bald lässt sich eine gewisse chronologische Uebereinstimmung zugestehen, wie z. B. in der mitteltertiären Zeit Ungarn's, wo in verschiedenen Stufen verschiedene eruptive Felsarten erschienen sein dürften. Bald sieht man auch das Gegentheil. Die Basalte des westlichen Grönland enthalten Reste von Floren, welche aus der Zeit der unteren Kreide bis in die Tertiärzeit reichen. Die Basalte von Vicenza umspannen nach der Zeit ihres Hervortretens den Zeitraum vom Unter-Eocän wenigstens bis in die späteren Abschnitte des Ober-Oligocän. Die basischen Gesteine des ostsibirischen Tafellandes reichen bis an die Mündung des Jenissei, und es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass sie in irgend welchen Beziehungen stehen zu den ganz ähnlichen basischen Felsarten, welche auf Franz Josefs-Land und noch weiter in arktischen Gebieten Bedeutung erlangen. An späterer Stelle wird sich aber zeigen, dass auf Franz Josefs-Land, König Karls-Land u. A. diese Felsarten höchst wahrscheinlich jurassischen Alters sind.

Diese gewaltigen sibirischen Ergüsse haben nach aller Wahrscheinlicheit irgend eine gemeinsame Ursache. Sie haben wenigstens an einigen Stellen bis in sehr späte Zeit angedauert, aber der Zeitpunkt des Beginnes ist unbekannt.

Nirgends sieht man irgend einen mächtig aufragenden Vulcan. Das Erscheinen kleinerer Aschenkegel ist eher eine Bestätigung als eine Widerlegung der in neuerer Zeit namentlich von den Herren Michel-Levy und Arch. Geikie vertretenen Ansicht, dass grosse Ergüsse nicht aus einzelnen Schlünden, sondern aus einem System von Spalten hervorgehen.

Bei der nun folgenden Besprechung von Theilen des Tafellandes werde ich zuerst einen Blick auf seinen Rand im Süden werfen, hierauf die rechten Zuflüsse des Jenissei, dann die linken Zuflüsse der Lena und die Lena selbst, endlich das arktische Gebiet in's Auge fassen.

Angara. Der Rand des Amphitheaters ist südlich von Irkutsk und an der ganzen Westseite des Primorskii Chrebet ohne Zweifel ein Bruch. Die archaischen Felsarten sind, wie bereits Tscherski richtig erkannte, quer über ihr Streichen abgeschnitten, aber Tscherski erkannte auch, dass die palaeozoischen Schichten der Tafel mit der Annäherung an diesen Bruch ihre horizontale Lage verlieren, sich in Falten legen, welche dem Bruche mehr oder minder parallel sind und dass sie in der unmittelbaren Nähe des Bruches streckenweise sehr heftig gefaltet sind.

Vor dem archaischen Elowskii Chrebet, südlich von Irkutsk, bilden die palaeozoischen Schichten eine Synclinale mit Str. ONO.; dabei entstehen Neigungswinkel bis 70°.

Nördlich vom Ausflusse der Angara aus dem Baikal tritt die Faltung noch stärker hervor. Nahe Kadilnaja (30 Werst N. von der Angara) erheben sich diese Schichten bis 711 M. über den Baikal; ihr Abbruch zum See ist so steil, dass in etwa 1000 M. Entfernung vom Ufer die Tiefe des Sees 1100 M. beträgt. Diese palaeozoischen Falten beugen sich aus Str. ONO. gegen N., dann gegen WNW., als wollten sie genau dem westlichen Bruche des archaischen Primorskii Chrebet folgen. Nördlich von diesem Gebiete, nördlich von der Uluntui'schen Bucht, beginnt sogar Ueberfaltung der palaeozoischen Sedimente in der vom See abgewendeten Richtung. An der oberen Goloustna, welche das Onot-Gebirge (*On*, Fig. 2, S. 16) von dem archaischen Primorskii Chrebet scheidet, ist gleichfalls Ueberfaltung vorhanden und die Faltung scheint sich über die ganze Breite des Onot-Gebirges zu erstrecken.[16]

Auch in der Furche der Lena, auf halbem Wege zwischen Witimsk und Kirensk, hat Obrutschew die palaeozoischen Sedimente leicht gefaltet gefunden mit Str. NO.[17]

Auf der anderen Seite des Amphitheaters, westlich von der Stadt N.-Udinsk (407 M.), ragt aus dem palaeozoischen Gebiete als eine weithin sichtbare Landmarke ein vereinzelter Berg von Hornblende-Granit hervor. Sein Gipfel Kruglaja erreicht etwa 4200 Fuss (1828 M.). Idjitzki hat Contact-Erscheinungen gefunden

und gezeigt, dass der Granit jünger ist als die umgebenden palaeozoischen Gesteine; ferner hat Idjitzki an einer zweiten, etwa 100 Werst gegen NW. gelegenen Stelle im Gebiete des Tumanschet (l. Zufl. d. Birjussa) eine zweite, von einem Contacthofe umgebene Granitmasse gefunden.[18] Durch Bogdanowitsch wissen wir, dass die Nordostgrenze des Granites von N.-Udinsk einer Flexur gleicht, dass die palaeozoischen Sedimente dieses Nordostrandes sich gegen den Granit neigen, dass eine Scholle derselben hoch oben auf dem Gipfel Kruglaja selbst haftet, und dass sie in dem Raume zwischen dem Granitberge und dem archaischen Rande in Falten gelegt sind.[19]

Die Falten bleiben aber nicht auf den Rand des Amphitheaters beschränkt.

Der Flexur von N.-Udinsk folgen nach Bogdanowitsch gegen Nord Verwerfungen mit Str. WNW., dann leichte Faltungen, welche bis in die pflanzenführende Angara-Serie reichen. Diese behalten jedoch nicht die ursprüngliche WNW.-Richtung bei, sondern wenden sich gegen den Fluss Angara hin allmählig mehr und mehr in die entgegengesetzte Richtung NO. bis NNO., so dass sie der Richtung des Onot-Gebirges auf der anderen Seite des Amphitheaters parallel werden und ein hufeisenförmiges, beiläufig dem Umrisse des Amphitheaters entsprechendes Streichen dieser jüngeren Falten entsteht. Bogdanowitsch betrachtet sie als Folge neuerer Bewegung nach alter Richtung und vermuthet Compression von den Seiten gegen die Mitte des Amphitheaters, d. i. beiläufig gegen die Angara.[20]

Die das Amphitheater begleitenden Falten werden hier fernerhin als Randfalten bezeichnet werden. Ihr Kennzeichen ist die Abnahme der Intensität der Faltung von dem concaven Rande des Amphitheaters gegen Innen. Sie sind im Gegensatze zu den Falten der grossen asiatischen Hochgebirge gegen Nord gerichtet. Merkwürdiger Weise bilden sie, obwohl sogar Ueberfaltung eintritt, kein selbständiges Kettengebirge.

Die tertiären, lignitführenden Schollen liegen stets horizontal.

Ein breites Gebiet von Angaraschichten zieht sich in geringer Entfernung vom Rande hin. Von N.-Udinsk her gelangt es an der Oka bis an die Linie der Eisenbahn hinab und wird in beträchtlicher Breite bei Irkutsk von dem Flusse Angara durchschnitten. Hier erreicht es auf eine kurze Strecke das Ufer des Baikal und verliert sich gegen N. in einzelnen Lappen über der silurischen Tafel. Basalte und tertiäre Schollen liegen demselben auf. Mit Recht nimmt Bogdanowitsch an, dass in dem entsprechenden Abschnitte der mesozoischen Zeit hier, innerhalb des Amphitheaters, ein grosser Binnensee vorhanden war.

Im Westen gewinnen die basischen Ergüsse Zusammenhang. So streckt sich ein langer und schmaler Zug derselben von N.-Udinsk gegen NW.; er wird von der Birjussa durchschnitten und setzt sich unter dem Namen des ‚Steinrückens' bis Kansk fort. Idjitzki hat ihn beschrieben.[26] Ein zweiter, viel breiterer Zug geht nach Jatschewski's Aufnahmen von N.-Udinsk in der Richtung gegen NNW. aus. Er folgt dem Gebiete der Flüsse Tschuna und Birjussa bis zu ihrer Vereinigung zur Bildung des Tassejew.[22] Wahrscheinlich setzt sich dieser breite Streifen jenseits der Tschuna über die Angara zu dem grossen basaltischen Gebiete der Steinigen und der Unteren Tunguska fort.

Im Westen vom unteren Tassejew, etwa zwischen 56° 30′ und 58° nördl. Br., trifft man am Jenissei über breite Flächen hin nur tertiäre lignitführende Schichten. Der Rand des Amphitheaters verschwindet bis auf wenige Reste längs des Jenissei, da man aber auch hier in der Nähe des Dorfes Kergyn, südlich von der Mündung der Angara, den palaeozoischen Kalk discordant über Glimmerschiefer sieht, mag an dieser Stelle eine unterirdische Fortsetzung der Grenze gegen das westliche Sibirien vorhanden sein.[23]

Die Profile, welche der Fluss Angara liefert, gehören zu den lehrreichsten in dem Gebiete der ostsibirischen Tafel.

Die Angara durchschneidet bei Irkutsk die pflanzenführende Serie und gräbt sich hierauf in horizontale palaeozoische Schichten ein, deren tieferes Glied Kalkstein, und deren höheres eine mächtige Reihe von vorwaltend rothen Sedimenten ist.

Die letzteren bestehen aus Sandstein, begleitet von buntem Mergel, zuweilen von Gyps mit einzelnen Lagen von Kalkstein. In diesen fand man Lingula und Eophyton; in einem tieferen Horizonte wurde Obolus Apollinis getroffen. Wir rechnen die ganze Schichtfolge mit Toll zu den cambrischen und untersilurischen Ablagerungen. Sie bildet, hauptsächlich durch rothe Ablagerungen vertreten, auf der ausserordentlich langen Strecke von der Gegend von Balagansk (etwa 53° 45′ n. Br., 103° 20′ ö. L.) bis Kamenka (58° 45′ n. Br., 96° ö. L.) die Ufer der Angara. Ausgenommen ist hievon die Gegend des Knie's der Angara. Hier liegt von 58° 30′ abwärts eine jüngere Scholle von pflanzenführenden Schichten bis zur Aplin'schen Stromschnelle in 101° 40′ ö. L. und eine solche Scholle zeigt sich wieder südlich von der Angara am Flusse Mura (99° ö. L.).

Jaworowski hat die ganze Strecke von Bratskii Ostrog (56° 12′ n. Br., 102° ö. L.) abwärts bereist, und seinen Angaben folge ich, wobei vorläufig von den jüngeren pflanzenführenden Schichten abgesehen wird.[24]

Die palaeozoischen Sedimente liegen in dem ganzen Oberlaufe und Mittellaufe der Angara sehr flach, mit geringen Verwerfungen. Mit der Annäherung an die Mündung in den Jenissei aber tritt Faltung ein, welche stromabwärts immer heftiger wird, wobei das Gestein die Zeichen immer stärkerer dynamischer Einwirkung verräth und endlich von Dislocationsflächen, im Sinne von Verwerfungen oder von Schubflächen so durchsetzt ist, dass die Faltung dagegen zurücktritt. Hier ist somit auch an der Westseite des Amphitheaters die Zone der Randfalten erreicht.

Während Bogdanowitsch vom Oberlaufe der Angara keine vulcanischen Vorkommnisse anführt, treten solche nach Jaworowski unterhalb Bratskii Ostrog und bis zur Mündung in grosser Entwicklung hervor. Wo immer man sie genauer beobachten konnte, sind es nicht Gänge, sondern intrusive Lagen, d. i. Sills in den rothen palaeozoischen Schichten, welche ihr Dach, seltener auch die Sohle, im Contact verändern. Sie erreichen die Mächtigkeit von über 200 M. und lassen sich zuweilen bis 10 Werst weit

verfolgen. Sie sind von dunkler Farbe und heben sich auch im Relief scharf von dem weniger widerstandsfähigen rothen Untersilur ab. Indem der Strom sie durchschneidet, werden die zahlreichen Stromschnellen gebildet, welche die Angara in ungünstiger Weise auszeichnen. Sie bestehen aus Diabas, auch aus Gabbro und Porphyrit.

Innerhalb der Randfalten, schon von 96° ö. L. an bis zur Mündung sind die Verhältnisse sehr verwickelt. An Stelle des rothen Untersilur erscheinen dunkle Schiefer, wieder normales Untersilur, darin eine Masse von hochverändertem Kalkstein mit Glimmer und Granaten, auch wieder der normale Trapp, endlich ganz nahe dem Jenissei Gänge von Granit in Kalkstein. Jatschewski hat sie beschrieben und abgebildet; sie gehören zu einer grösseren Granitmasse, welche die Stromschnelle bei Strjelka, unmittelbar an der Mündung, bildet. Diese junge Granitmasse in dem Gebiete der Randfalten ist sohin jener von N.-Udinsk zu vergleichen.[25]

Die Fortsetzung des archaischen Amphitheater's muss nahe von hier im Westen des Jenissei liegen, was auch die Spuren bei Kargyn beweisen ; wir werden dieselben bald N. von der Angara, im Osten des Jenissei wiederfinden.

Nun wenden wir uns zu der aufgelagerten Angara-Serie.

Kositzki, welcher bereits vor einem halben Jahrhundert eine geologische Karte der entlegenen Landstriche zwischen der Angara und der Steinigen Tunguska veröffentlicht hat, führte an, dass die Insel Tschernaja in der Angara (58° 35′ n. Br.) aus vulcanischer Asche mit Augitkrystallen bestehe, der Tuff stromabwärts grosse Ausdehnung gewinne, Bruchstücke von Bernstein aufnehme und mit mächtigen Conglomeraten in Verbindung stehe.[26]

Nach Jaworowski ergibt sich folgender Thatbestand.

Die ziemlich mächtige Schichtfolge besteht hier zu unterst aus einem groben Conglomerat mit Geröllen von grobkörnigem Trapp, dabei auch von archaischen Felsarten. Nach oben wird das Korn feiner; es folgen Lagen von Sand, endlich einem vulcanischen Tuff ähnliche Lagen von dunkler Farbe mit weissen

Nestern und Spaltausfüllungen von Zeolithen. Diese Schichtfolge ist in ihrem unteren und mittleren Theile durchschnitten von steil aufsteigenden Gängen, deren Felsart identisch ist mit jener der Sill's im Untersilur, namentlich mit der porphyritischen Abänderung derselben. Während der Ablagerung dieser unteren und mittleren Schichten haben hier thatsächlich Ergüsse stattgefunden.

In den oberen Horizonten sieht man Kohlenflötze und Pflanzenreste. Es finden sich Neuropteris, Sphenopteris vor, ferner Rhyptozamites Goepperti Schmalh., früher im Norden für jurassisch gehalten und seither in der Artin'schen Stufe gefunden, und ein Lepidodendron.[27]

Diese Flora ist identisch mit jener, welche wir im Norden, an der Unteren Tunguska, und im Süden, im Kohlenrevier von Kusnetzk im Altai, antreffen werden. Bis in ihre Zeit reicht ein Theil der basischen Ergüsse des ostsibirischen Tafellandes zurück. Sie stellt wahrscheinlich die älteste Festlands-Besiedelung dieser Tafel dar; möglicher Weise ist sie auch die älteste Flora von Gondwána-Land.

Die Steinige Tunguska. Nördlich von der Mündung der Angara erscheint das archaische Gebirge, welches sich in die Nähe der Mündung der Steinigen Tunguska fortsetzt. An die Ostseite desselben legt sich nach Jatschewski's Beobachtungen eine heftig gefaltete Zone von Grauwacken-Gesteinen, Quarzit und Thonschiefer, welche der Fortsetzung der Randfalten entsprechen wird. Diese Zone erstreckt sich quer über den Pit wohl über dieses ganze Gebiet. Hier aber wird eine Discordanz gegen transgredirenden, jedoch gleichfalls dislocirten rothen Sandstein und rothes Conglomerat, darüber Kalkstein mit palaeozoischen Fossilien erwähnt. Der höchste Punkt dieser Strecke ist der etwa 4000 Fuss hohe Enaschimskii Palkan; er ist ein geschichteter Tafelberg und gehört jedenfalls dem Innern des Amphitheaters an.[28]

Silurische Schichten sieht man in einem sehr grossen Theile des Unterlaufes der Steinigen Tunguska. Schmidt und Toll erwähnen nach Lopatin's Aufsammlungen untersilurische Trilobiten

von seinen Ufern aus etwa 92° ö. L. Toll meint, in einem oolithischen Kalkstein cambrische Sedimente noch in 98° 30′ ö. L. zu erkennen.[29]

Der Oberlauf des Flusses liegt dagegen ganz in den basischen Eruptivgesteinen. Kositzki gibt an, dass die Tuffe vom Knie der Angara her in grosser Breite die Wasserscheide gegen die Steinige Tunguska überschreiten und erwähnt noch von der Mündung des Juchtugun I in die letztere (nahe 60° n. Br.) harten Thonschiefer mit Stämmen von Psaronius inmitten dieses vulcanischen Gebietes.[30]

Auch weiterhin, am Mittellaufe der Steinigen Tunguska und bis zur Mündung hinab, hat Lopatin die basischen Felsarten in grosser Entwicklung angetroffen. Sie dringen durch das Silur, verändern dasselbe und bilden über demselben Tafelberge. Chrustschow hat hunderte von Stücken aus der Gegend der Mündung der Tschuna (98° 30′ ö. L.), des Welme (92°) und von anderen Stellen beschrieben und betrachtet alle diese Gesteine als Plagioklas-Pyroxen-Olivingesteine und als Evolutionsglieder eines und desselben Magma mit gleichartiger specifischer Beschaffenheit des Glasresiduum's. Sie sind einerseits gabbroartig und ophitisch und enthalten andrerseits sogar bis zu zwei Drittheilen dieses Glasresiduum.[31]

Die Höhen, welche O. vom Oberlaufe der Angara die Wasserscheide gegen die Lena bilden und in den obersten Quellgebieten der Steinigen und der Unteren Tunguska enden, umfassen das Thal des Ilim und tragen von Süd gegen Nord die Namen Chrebet Beresowii, Chrebet Ilimskii und Tungusen-Gebirge. Idjitzki hat sie beschrieben. Ihre Umrisse sind breit und stumpf. Sie verdanken alle der Erosion der palaeozoischen Tafel ihre Gestalt. Etwa von 57° n. Br. an trifft man einzelne Kuppen von aufgesetzten basischen Strömen. Der nördlichste Theil, das Tungusengebirge, von dichter Taiga bedeckt, von sumpfigen Thälern begleitet, erreicht 3500 Fuss. N. von 58° n. Br. traf Idjitzki die bereits erwähnten Tuffe.[32]

Untere Tunguska. Von dem ganzen Laufe dieses Flusses haben zwei mühevolle Reisen Tschekanowski's Nachricht gebracht.[33]

In 58° n. Br. nähert sich sein Oberlauf ausserordentlich jenem der Lena, aber obwohl die Wasserscheide sehr schmal ist, liegt hier der Spiegel der Unteren Tunguska um 249 Fuss (76 M.) höher als jener der Lena. Er ist hier in rothes Untersilur eingegraben. Immer wieder erscheinen die ‚krasnie jary', d. i. rothen Ufer; Versteinerungen sind nicht selten; die Lagerung ist horizontal oder flach wellig. In 59° n. Br. erscheint Salz; ebenso N. davon im Thale der Nepa, und hier wird auch zum ersten Male Trapp getroffen. Das rothe Untersilur mit Gyps und Salz begleitet fortwährend den Fluss; stellenweise werden Beugungen der Schichten sichtbar; in 60° 15′ beginnt ein weites Feld basischer Eruptivgesteine, welches von hier ununterbrochen bis in die Nähe der Mündung in den Jenissei, d. i. von 60° 15′ n. Br., 107° 50′ ö. L. bis etwa 66° n. Br. und 88° ö. L. sich ausdehnt. Den Windungen des Flusses folgend, ist Tschekanowski 1800 Werst durch diese basischen Gesteine gereist, bis er nahe der Mündung an ihr Ende gelangte. Vom Tafelberge Longaschin (1900 Fuss) am Oberlaufe bis zum Tafelberge Kutinga (2000 Fuss) beträgt die Entfernung in gerader Linie 600 Werst.[34]

In einzelnen Fällen handelt es sich hier gewiss um wahre deckenförmige Ströme von Laven, aber Tschekanowski's Darstellung zeigt, dass immer wieder sehr grosse, bis zu 200 M. lange Schollen von sedimentärem Gestein gleichsam in den Laven schwimmend angetroffen werden. Obwohl nun steil aufsteigende Gänge durchaus nicht fehlen, scheint es doch vielmehr, als handle es sich hier um ein allgemeines und mächtiges Anschwellen lagerförmiger Intrusivgänge, nämlich die bereits an der Angara erwähnten Sill's, durch welches die geschichteten Gesteine völlig aufgeliedert, zertrümmert und in Schollen fortgeflösst worden sind, ähnlich der kleinen tithonischen Scholle von Fontana Fredda in den euganäischen Bergen (I, 195).

Einzelne dieser Schollen gehören zum Silur, wie z. B. die granatführende Kalkscholle in der Nähe des Anakit (91° ö. L.); weit häufiger sind Bruchstücke und Schollen der Angara-Serie. Sie werden vom Oberlaufe des Flusses bis nahe zur Mündung angetroffen. Ihre Flötze sind oft in Graphit verwandelt. Die Flora

wurde von Schmalhausen beschrieben; es ist dieselbe, welche wir in den Tuffen am Knie der Angara trafen.[35] Laurski bezeichnet die Laven als Plagioklas-Augit-Gesteine, zum Theile olivinhältig, und deutet wie Chrustschow auf die grosse Ausbreitung derselben hin.[36]

Erst in der tiefsten Strecke des Flusses, etwa von 89° ö. L. an, tritt silurischer Kalkstein in grösserer Ausdehnung hervor. Bald zeigen sich Falten, wohl auch zu den westlichen Randfalten gehörig; unter dem Kalk wird Quarzit, dann metamorphischer Schiefer sichtbar. Wieder folgt Kalkstein, erst horizontal, dann einen Sattel Str. NW. bildend, und Kalkstein mit Stromatopora erscheint an der Mündung.

Die Untere Tunguska erreicht daher ebensowenig als die Steinige Tunguska den archaischen Rand des grossen Tafellandes. Die Strecke zwischen diesen beiden Mündungen ist nur wenig bekannt. F. Schmidt erwähnt, dass von der Unteren Tunguska etwa 100 Werst aufwärts am Jenissei die Stromatoporenkalke herrschen, wechselnd mit thonigen Schichten, und dass dieselben, nach Geschieben zu urtheilen, bis zur Bachta (Mündung nahe 62° 30′) hinab an den Nebenflüssen aufgedeckt sein müssen. Demnach würde diese ganze Strecke des Jenissei dem alten Tafellande angehören.[37]

Nördlich von Turuchansk verschwinden die Spuren archaischen Gebirges und man kann wahrnehmen, dass die Landstriche im Osten des Jenissei, sowie der Lauf des Flusses selbst dem Tafellande angehören.

Zuerst zeigt sich, dass die Vorkommnisse an der Kureika (Mündung in 66° 30′) ganz jenen der Unteren Tunguska gleichen. Lopatin ist 160 Werst weit auf diesem Flusse vorgedrungen. Er traf silurischen Kalkstein mit Orthoceras und Pentamerus und Olivin-Diabas. An der ausser Betrieb stehenden Sidorowschen Graphitgrube Ponomarewskaja liegt unter dem Graphit noch graphitischer Schiefer mit Spuren von Pflanzenresten, Quarzit, dann, nach der Lagerung am Ufer zu folgern, krystallinischer Kalkstein und unter diesem feinkörniger Diabas.[38]

Bei Igark (67° 20′) treten Silurkalke an dem Jenissei auf, welche von Gängen von Porphyrit durchsetzt sind.

An der Chantaika (Mündung 68° 15′ n. Br.) fand Lopatin silurische Korallen und ein Orthoceras mit cochleatem Sipho; Schmidt erwähnt das Vorkommen von Salz an diesem Flusse.

Die Quellen dieses Flusses liegen im Osten innerhalb des Sywerma-Gebirges. Nach Middendorff zieht dieses Gebirge von SSO. gegen NNW. und endet am Päsino-See (69° 30′ n. Br., 88° 20′ ö. L., O. von Dudinskoje). Die Tungusen schilderten ihm dasselbe als wild und klippenreich, und er vermuthete, wohl mit Recht, eine Verbindung desselben mit den Bergen an der Unteren Tunguska. Die in der Nähe des Päsino-See's gelegenen Theile dieses Gebirges heissen die Noril-Berge. Die Vorberge dieser letzteren hat Fr. Schmidt von Dudinskoje aus besucht. Er fand sie tafelförmig, mit einer beiläufig gleichförmigen Höhe von 500 Fuss, oben flach, ringsum steil, geschichtet und auf der Höhe aus einer Decke von zerfallenem Trapp bestehend. Auch Stückchen von Graphit wurden gefunden. Die Fernsicht zeigte weit und breit dieselbe Beschaffenheit der Berge.[39] Nach Nordenskjöld wurde in derselben Gegend Kohle gefunden.[40]

Die grosse Gruppe der Brechow'schen Inseln wird von den Sedimenten der postglacialen Transgression gebildet. Nachdem schon von der Irgak und der Chantaika her einzelne Spuren mesozoischer Gerölle bemerkt worden waren, traf Lopatin horizontal gelagerte Inoceramenschichten der Wolgastufe zwischen 71° 30′ und 72° n. Br. am rechten Ufer des Jenissei. Noch weiter im Norden folgen Höhen von Melaphyr; dieser erreicht bei Krestowskoje in 72° 15′ das Ufer des Flusses.[41] Die vorliegenden felsigen Korsakow'schen Inseln sind nach Bodkin aus Trapp gebildet.[42] Auch Jefremow Kamen am Eismeere ist ein basisches Eruptivgestein. Hier befinden wir uns in unmittelbarer Nähe von Dickson's Hafen, von wo Törnebohm nach Nordenskjöld's Aufsammlungen feinkörnigen Diabas anführt.[43]

Auf diese Art erreichen die verschiedenartigen basischen Felsarten am rechten Ufer des Jenissei das Eismeer. Ihre Be-

ziehungen zu den basischen Felsarten von Franz Josefs-Land, König Karls-Land u. A. kommen vorläufig nicht in Betracht. Es ist kaum zu zweifeln, dass zugleich das grosse ostsibirische Tafelland an die Ufer des Eismeeres gelangt. Dabei ist das rechte Ufer des Jenissei an vielen und öfters auch an längeren Strecken von Felsen begleitet, während das westliche Ufer eine unübersehbare Tundra bildet. Wir haben an der Chantaika das Vorkommen von Salz erwähnt; von diesem Flusse sind auch untersilurische Versteinerungen bekannt. Die Solenaja, welche in etwa 68° 30′ westlich vom Jenissei entspringt und in 69° 30′ in denselben mündet, hat den Namen von ihrer salzigen Beschaffenheit. Ob diese Salzvorkommnisse jenen im fernen Süden, an der Oberen Tunguska, entsprechen, ist nach den heutigen Nachrichten kaum zu beurtheilen.

Nahe oberhalb der Mündung der Steinigen Tunguska tritt der Jenissei in das Gebiet des alten Tafellandes und von hier an gehört er bis zum Eismeere, d. i. durch zwölf Breitegrade, demselben an. Die Thatsache, dass am oberen Tass zwischen 62° und 63° nach Gold gesucht wird, macht es sehr wahrscheinlich, dass hier noch archaisches Gestein herrscht, aber es darf vermuthet werden, dass im Norden die silurische Tafel sich westlich vom Jenissei unter der Ebene in der Richtung auf Jamal fortsetzt.

Wasserscheide von Jenissei und Lena. Zwischen 65° und 67° n. Br., an der Wasserscheide der Unteren Tunguska gegen die Quellen des Wilui und des letzteren Flusses gegen den Monero und Olenek, stehen zahlreiche Tafelberge. Ihre Höhe ist auch hier zumeist nahe an 2000 Fuss über dem Meere, und diese merkwürdige Uebereinstimmung mit den Höhen an der Unteren Tunguska galt Tschekanowski als ein Zeichen gleichzeitiger Entstehung. Sie bestehen aus einer Decke von basischem Eruptivgestein und unter dieser aus flachgelagertem Silur. Das letztere ist roth, mit thonigen Zwischenlagen, auch mit Gyps, ganz wie in den höheren Theilen der Unteren Tunguska, welche um 8 bis 9 Breitegrade südlicher liegen.

Von Süden kommend, traf Tschekanowski zuerst auf den

steilen Tafelberg Anaon (622 M., nördlich von 65° n. Br.) an der Südseite des See's Sjurugna. Bis hieher war er von der Unteren Tunguska durch Trapp gewandert, unter welchem nur selten das Silur sichtbar war.[44] An den Anaon schliesst sich gegen W. und NNW. das Tafelgebirge Jang-bur, welches die Quellen des Monero umgibt. Oestlich von diesen und von dem See Jakogna breitet sich rothes Silur aus, und an der Südseite des oberen Olenek liegt der lange Tafelberg Ljutscha-Ongoktom. In der östlichen Fortsetzung dieser Tafel und des Rückens Kemnatik zwischen den Zuflüssen des Olenek und jenen des Wilui hat Maak den merkwürdigen Tungus Jangy (Tungusen-Berg) gekreuzt, auf welchem die basische Effusivdecke in phantastisch geformte Nadeln und Spitzen aufgelöst ist, welche von den Tungusen für die versteinerten Reste ihrer riesigen Vorfahren gehalten werden.[45]

Die Gesammtheit dieser Tafelberge ist es, welcher Maak den Namen Wilui-Gebirge gegeben hat. Sie scheinen alle dieselbe Zusammensetzung zu besitzen. Auf ihren Höhen liegt die basische Decke, und in der Tiefe, sowie in der Niederung überhaupt, das Silur. Das letztere gehört zum Theile zum Obersilur.

Beiläufig in Merid. 104° dürften die basischen Gesteine dieser Gegend in Verbindung stehen mit ähnlichen Felsarten, welche nach Toll's Beobachtungen die Flüsse Chatanga und Anabar scheiden, und in der Nähe der Waldgrenze, dermalen in 71° n. Br., dürften sie die mesozoischen Transgressionen des Nordens erreichen.[46]

Cambrische und untersilurische Schichten begleiten auch den Olenek. Unter den Funden Tschekanowski's erkannte Toll von einer Stelle N. von 68° n. Br. den mittelcambrischen Bathyuriscus Howelli Walc., und ein loses Stück aus 70° 30' gestattete Fr. Schmidt, die Anwesenheit der Gattung Agnostus nachzuweisen. Noch an der Tolobka (71° 30') hat Tschekanowski die basischen Felsarten getroffen.[47] Es ist nicht zu zweifeln, dass diese sowie das rothe Untersilur in flacher Lagerung ganz nahe an den Sandstein mit Inoceramus heranreichen, welcher den äusseren Rand der Werchojan'schen Kette begleitet.[48]

Lena und Wilui. Bis zu der Vereinigung des Wilui mit der Tschona (111° 30′ ö. L.) sind diese beiden Flüsse ganz in die basischen Eruptivgesteine eingebettet. Etwa 10 Werst oberhalb dieser Vereinigung liegt an der Tschona die Höhe Toi Chaja, welche von Pawlowski und Maydell als ein erloschener Vulcan angesehen wird. Sie besteht aus zwei nicht hohen Gipfeln von Basalt oder Trapp, am Fusse aus Sandstein, durchsetzt von Gängen; man sieht deutlich erstarrte Ströme von dunkler, blasiger Lava, welche von dieser Höhe ausgehen. Bald erscheint auch veränderter Kalkstein, an anderen Stellen Kohle in Begleitung von Pflanzenresten.[49]

Aber auch der oberste Wilui zeigt ähnliche Spuren. Im Süden der Tafelberge der Wasserscheide, am II. und III. Weljukan (nahe 66° n. Br., 108° ö. L.), traf Maak konische Gipfel und meinte er sich in die Nähe eines grossen vulcanischen Ausbruchsherdes versetzt.[50]

Weiter im Osten wird die Grenze der basischen Gesteine erreicht. Vereinigt man die Beobachtungen von Maak und Pawlikowski, so lässt sich beiläufig Folgendes erkennen.

Am Olenek tritt an der Mündung des Tyraktach (67° 40′ n. Br., 111° ö. L.) allerdings noch das Eruptivgestein zu Tage, aber von hier an sieht man in der Richtung gegen SO. bis in die Nähe des Tass (66° n. Br. und 115° 30′ bis 116° 30′ ö. L.) nur flach gelagertes Silur. Hier trifft man wieder auf Diabas, aber gegen Süd gelangt man wieder in das Silur. Die Chainga und Marcha bewegen sich zwischen ansehnlichen Tafelbergen von Silur, und erst auf der Wasserscheide zwischen Marcha und Ygetta (63° 45′ n. Br., 116° ö. L.) beginnt wieder das Gebiet der basischen Felsarten.[51]

Diese wichtige Grenze liegt im Grossen westlich von 116° ö. L., so dass ostwärts gegen die Lena hin noch ein breites Gebiet des Tafellandes zurückbleibt, welches nicht von diesen basischen Felsarten bedeckt ist.

Auch im Thale des Wilui selbst bemerkt man diese Abgrenzung. An der Mündung der kleinen Botubuja (r. Zufl., 113° 30′ ö. L.) erscheinen cambrische Schichten,[52] Unterhalb des in

116° 30′ ö. L. liegenden Buges des Wilui tritt dann in grosser Ausdehnung das rothe Untersilur hervor, begleitet von Salzflötzen und Gyps. Am Flusse Djeli liegen die bereits erwähnten südlichsten Vorkommnisse der mesozoischen Transgressionen des Nordens mit Belemnites und Tancredia (beiläufig 66° n. Br.). Etwas unterhalb, am Zuflusse Kjampendsjaja, liegen die bedeutenden Salzquellen der Tungusen. An der Mündung dieses Flusses tritt Braunkohle hervor.[53]

Die Eruptivgesteine an der Ygetta werden von Polenow als Plagioklas-Dolerit bezeichnet. Sie liegen über weissem Thon. Unterhalb der Mündung dieses Flusses endet das eruptive Gebiet. In der Richtung gegen die Stadt Wiluisk breitet sich Lehm mit Resten vom Mammuth aus.

Noch weiter gegen Osten, in der Nähe der Lena, treten pflanzenführende Schichten der Angara-Serie hervor; Tschekanowski traf sie am Flusse Naschim (66° 15′, l. Zufl. der Lena) und noch weiter gegen Nord; Maak hat sie auf der Insel Socho Chaja im Mündungs-Gebiete des Wilui gefunden. Dieses ist die Zone, welche den Werchojan'schen Bogen begleitet.

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass das tief eingeschnittene Thal der Lena nirgends, soweit die heutigen Erfahrungen reichen, mit Ausnahme des erwähnten Punktes bei Djedaisk, vorcambrisches Gebirge blosslegt und auch nirgends von den basischen Decken erreicht wird.

Ueber die Lagerung der Schichten an dem Oberlaufe bis über 59° n. Br. hat Obrutschew Beobachtungen mitgetheilt. Schon in seinem höchsten, dem Baikalsee zunächst liegenden Theile ist der Fluss in die paläozoische Tafel eingesenkt. Hier beträgt die Höhe des Landes 650—700 M.; in 58° ist sie auf 450—500 M. herabgesunken und weiterhin senkt der Fluss bis zu 300 M. tief seine Erosionsfurche in diese Tafel. Störungen der Schichten sind streckenweise sichtbar; bei Kirensk (58°) streichen sie NO. und mögen den Randfalten des Amphitheaters zuzurechnen sein. Hier erreicht das rothe Untersilur grosse Ausbreitung.[54]

Bei Kriwołuzk, nahe oberhalb Kirensk ist eine untersilurische

Fauna bekannt. Bald aber erscheinen unter den rothen Schichten eigenthümliche oolithische Kalksteine, welche Toll als bezeichnend für cambrisches Alter ansieht. Die Lagerung ist weiterhin ganz flach, aber weitere organische Reste wurden erst viel tiefer, und zwar an mehreren Stellen unterhalb Olekminsk gefunden. Ptychoparia, Microdiscus, Agnostus und Kutorgina sind darunter. Toll stellt sie in die untercambrische Olenelluszone. Diese Schichten halten nach Tschekanowski in fast horizontaler Lagerung auf der ganzen Strecke an bis Tabaginskaja, 30 Werst oberhalb Jakutsk. Bald darauf tritt die Lena in die pflanzenführenden Schichten der Angara-Serie.[55]

Uebersicht. Die bemerkenswertheste tektonische Erscheinung in dem besprochenen Gebiete bilden die Randfalten des Amphitheaters von Irkutsk. Wir haben ihre Spuren in der Tiefe der Furche der Lena gesehen; sie treten in auffallender Weise am W.-Rande des Primorskii Chrebet und S. von Irkutsk, sowie S. von Nijne-Udinsk hervor, sind dann, wie bald näher gezeigt werden wird, in der Richtung von Krasnojarsk in eigenthümlicher Weise unterbrochen und sie erscheinen wieder, wo immer der Innenrand im Westen genauer bekannt ist, an den Mündungen der Angara, der Steinigen und der Unteren Tunguska. Sie nehmen gegen die Innenseite des Bogens an Heftigkeit ab. Weiter im Innern wurden N. von N.-Udinsk schwache, doch der Lage nach entsprechende, hufeisenförmig streichende Falten der Angara-Serie erwähnt. Diese Randfalten unterscheiden sich von den Falten der Kettengebirge dadurch, dass sie nicht von einem parallelen Zuge älterer, archaischer Felsarten begleitet sind, sondern den Rand eines sehr breiten, uralten Hochlandes einsäumen.

Im Gegensatze zu den Hochgebirgen im Süden ist ihre Bewegung nicht gegen Süd, sondern gegen Nord oder vielmehr gegen einwärts gerichtet, und man erhält den Eindruck, als sei das Amphitheater nachträglich verengt worden.

An einzelnen Stellen erscheinen innerhalb dieser Randfalten jüngere Granitstöcke; der hervorragendste ist die Kruglaja bei N.-Udinsk.

Strenge genommen sollte man erst ausserhalb der Randfalten und der Falten der Angara-Serie von einem Tafellande sprechen; es gibt aber keine bestimmte Grenze.

Die archaischen Höhen an der Ostseite des Jenissei, zwischen dem Unterlaufe der Angara und der Steinigen Tunguska, bilden keine Hauptwasserscheide, aber sie sind ein Theil der westlichen Umrandung des Tafellandes und der natürlichen Abgrenzung zwischen dem Tafellande im Osten und der jungen Ebene im Westen.

Das Tafelland besteht der Hauptsache nach aus horizontal gelagerten Schichten, welche von der untercambrischen Olenellus-zone durch das rothe, salzführende Untersilur bis in das Obersilur reichen.[56] Im äussersten Südwesten tritt Devon hinzu. Von dieser Zeit an folgen im Süden nur pflanzenführende Schichten verschiedenen Alters, während im Norden die arktischen Transgressionen des Meeres erscheinen.

Die palaeozoische Tafel reicht vom Süden des Baikalsee's bis an das Eismeer und vom Jenissei bis an die Lena. Es ist wahrscheinlich, wie bald gezeigt werden wird, dass sie östlich noch über die Lena in das Gebiet des Aldan sich ausbreitet. Im Westen gehören ihren Randfalten noch die Mündungen der Steinigen und der Unteren Tunguska an.

Die nordwestliche Grenze gegen den unteren Ob und gegen Jamal bleibt unbestimmt.

Die westliche Hälfte dieser Tafel ist an vielen Orten von basischen Eruptivgesteinen bedeckt. Die Ausläufer derselben erreichen im Norden am Jenissei bei Dickson's Hafen das Eismeer und erreichen auch den Unterlauf des Olenek. Im Osten erreichen sie im Gebiete des Wilui den Meridian 116° n. Br.; im Westen scheinen sie nicht den Jenissei zu überschreiten. Die Lena wird nirgends erreicht. Diese basischen Gesteine sind bald Olivin-Diabase, bald Plagioklas-Basalte, bald, namentlich in Gängen, gabbroartig und überhaupt nicht ohne eine gewisse Mannigfaltigkeit. Das Hervortreten der Hauptmasse ist, in fast dem ganzen Gebiete der Unteren Tunguska, von 60° 15' n. Br. bis zu ihrer Mündung, von einer Aufliederung der geschichteten

Sedimente, und zwar sowohl der palaeozoischen als gewisser pflanzenführenden Schichten begleitet gewesen, welche auch als ein mächtiges Anschwellen von intrusiven Lagergängen bezeichnet werden kann. Daneben fehlt es nicht an wahren Strömen und vielleicht auch nicht an Spuren von Vulcanen, d. i. von umgrenzten Ausbruchstellen. Die letzteren mögen aber, sowie auch ein guter Theil der Ströme, von jüngerer Entstehung sein.

Der Beginn des Hervortretens dieser basischen Massen kann nicht jünger sein, als die Zeit des Bestandes jener Landflora, in deren Liegendconglomerat an dem Knie der Angara bereits basische Gerölle gefunden werden. Diese Landflora stimmt völlig überein mit jener der graphitführenden Schollen, welche an der Unteren Tunguska von den basischen Gesteinen umhüllt sind. Sie ist auch, wie Schmalhausen bereits vor Jahren fand, identisch mit jener des Kohlenreviers von Kusnetzk im Altai.

Diese älteste Flora der Angara-Serie, oder Tungusische Flora ist durch jenes eigenthümliche Gemenge von älteren Typen, wie Lepidodendron, und von jüngeren, bisher für ausschliesslich mesozoisch gehaltenen Formen gekennzeichnet, welche auch z. B. an der Petschora, in gewissen Horizonten von Unter-Gondwána, sowie in der Flora von Bajo de Velis in der Argentinischen Republik sich bemerkbar macht. Wir stellen sie vorläufig, den Angaben Zeiller's folgend, in die permische Zeit.[57]

Hiernach wird es wahrscheinlich, dass die pflanzenführenden Schichten von Ust-Balei und des ganzen Saumes des Amphitheaters bei Irkutsk, sowie auch jene, welche an der unteren Lena den Werchojan'schen Bogen begleiten, jüngeren Abtheilungen dieser Serie zufallen.

Mit Hinblick auf die Beschaffenheit der bisher im nördlichen Russland von Amalitzky entdeckten permischen Pflanzen und Reptilien ist heute bereits die Vermuthung gestattet, dass trotz der Trennung durch die Tethys, dennoch sowohl auf dem Gondwána-Festlande im Süden, wie auf dem Angara-Festlande im Norden eine sehr übereinstimmende Entwicklung des organischen Lebens sich vollzogen hat.

Aus all dem Gesagten ergibt sich zugleich die Verschiedenheit des östlichen Sibirien von dem Westen. Sie ist für den Westen hauptsächlich begründet in dem Fehlen der basischen Eruptivgesteine und in der weitgehenden Ueberdeckung mit jüngeren Sedimenten.

Jene marinen Transgressionen, welche durch die Strasse von Turgai hereintreten, sind dem Osten fremd. Zuerst erscheint in dieser Strasse die europäische obere Kreide, sie scheint aber nur einen geringen Theil des Südwestens überdeckt zu haben. Hierauf folgen auf demselben Wege obereocäne und oligocäne marine Transgressionen, von welchen ein Theil, der Ostseite des Ural folgend, das heutige Eismeer erreicht. Während der Phase der Bernstein-Waldungen schliesst sich die Strasse von Turgai und von dieser Zeit an tritt durch diese Pforte kein Meer nach Sibirien herein.

Die Transgressionen des hohen Nordens gehören anderen Abschnitten der mesozoischen Zeit an; tertiäre Transgression ist nur für die oligocäne Zeit, und auch hier nur insoweit als sie mit Turgai zusammenhängt, kennbar; dagegen tritt die jüngste arktische Transgression hinzu.

In Betreff der Transgressionen herrscht dabei nicht so sehr Gegensatz zwischen West- und Ost-Sibirien als zwischen Turgai und dem Norden.

Aus all diesen Umständen ergibt sich eine eigenthümliche Beschaffenheit des Flussnetzes von Nord-Sibirien. Aller Abfluss wendet sich gegen Norden, und nicht nur das Tafelland des Ostens und die Ebene des Westens sind an der beträchtlichen Menge süssen Wassers betheiligt, welche das Eismeer erhält, sondern es gelangen, namentlich durch den Jenissei, auch bedeutende Theile des Niederschlages der südlichen Hochgebirge an die arktischen Mündungen.

In Betreff der drei wichtigsten Adern, des Ob, des Jenissei und der Lena, ergeben sich aber folgende Verschiedenheiten:

Die westliche, von jungen Sedimenten überdeckte Ebene bildet, abgesehen von den kleineren Flüssen der nordöstlichen arktischen Tundra, ein einziges grosses Sammelgebiet, und die

gesammelten Wässer gelangen durch den Ob in das Meer. Die Mitte des Tafellandes im Osten ist dagegen eine Wasserscheide, und ihr Abfluss erfolgt entweder unmittelbar ins Meer oder gegen Ost und West, so dass Jenissei und Lena dem Tafellande gegenüber die Merkmale von Randflüssen annehmen.

Die Prairie-Ebene Nordamerika's ist von cretacischen Ablagerungen erfüllt, welche von Süden her über die Niederung sich ausgebreitet haben. Später haben sich die Verbreitungsgebiete der tertiären Sedimente im Norden des Golfes von Mexico gleichmässig gegen denselben Punkt des Südens hin verengt und an dieser selben Stelle des Südens, von welcher die Transgressionen ausgegangen sind, liegt heute die Mündung des Mississippi (I, 368, Fig. 37). Hiedurch tritt eine gewisse Continuität der Erscheinungen zu Tage und das Delta erscheint als eine Fortsetzung früherer Bildungen.

Die Sahara zeigt Aehnliches. Obwohl die Mündung des Nil ganz excentrisch gelegen ist, gewahrt man doch, dass ihre Lage vorgezeichnet ist durch die stufenweise Verengung der Curven, welche die Verbreitung der cretacischen und tertiären Ablagerungen umgrenzen (I, 465, Fig. 41).

Keiner der grossen sibirischen Flüsse zeigt analoge Erscheinungen. Die arktischen Transgressionen treten über die ganze Breite der nordasiatischen Küste herein.

Der Ob, welcher durch seine regelmässige Anlage noch am meisten dem Mississippi oder dem Nil gleicht, zeigt im Gegensatze zu ihnen nicht nur an der Mündung, sondern auch am Haupte seines Fluss-Systems Transgressionen. Im Süden sind sie von der Strasse von Turgai her entsprechend dem heutigen Gefälle des Tobol erfolgt.

Der Jenissei ist ein Gebirgsfluss, bestehend aus Stücken von verschiedener Beschaffenheit. Zuerst durchströmt er als Chua-chem und Ulu-chem das Längsthal am Nordflusse des Tannu-ola, dann durchbricht er den westlichen Sajan, erreicht in auf einanderfolgenden Stücken von Querthälern Krasnojarsk und die Mündung der Angara, welche ihm die Abflüsse des Changai zuführt, bewegt sich am westlichen Fusse des archai-

schen Zuges und tritt endlich in den nordwestlichsten Theil des palaeozoischen Tafellandes, dessen westliche Abflüsse er bis Turuchansk in sich aufnimmt.

Die östlichen Abflüsse gehen zur Lena. Dieser Fluss bewegt sich in einem reinen Erosionsthale von wahrscheinlich sehr hohem Alter. Nur in ihrem untersten Theile ist sie durch die Faltungen des Chara-ulach festgehalten und zugleich mit dem unteren Olenek abgelenkt. Sie zeigt in sehr ausgeprägter Weise die Kennzeichen eines Randflusses, aber aus späteren Angaben wird es wahrscheinlich werden, dass das Gebiet des Aldan eine jenseits der Lena liegende Fortsetzung des Tafellandes ist.

Anmerkungen zu Abschnitt II: Der Norden Sibirien's.

[1] L. Jatschewski, Kurzer Bericht über d. Nord-Jenisseisk. Berg-Bezirk; Gornoi Journ. 1894, a, p. 127 u. folg. Die Titel der in russischer Sprache erschienenen Schriften sind hier in deutscher Sprache wiedergegeben. Bei selbständigen Werken ist diess durch Beisetzung des Buchstaben r. angedeutet; bei Zeitschriften wurde dieser Beisatz als überflüssig angesehen. Die Abkürzung ‚Djel. Dor.' bezeichnet die Berichte über die geologischen Beobachtungen längs der sibirischen Eisenbahn. Die Transscription hat auch hier viele Schwierigkeiten bereitet; für ж wurde dj gewählt, da sh schon vielfach, insbesondere bei Benützung der Schriften über die englischen Theile Asien's und über China statt sch in Gebrauch gestellt worden ist. Wo runde Zahlen in Fuss wiedergegeben sind, ist der englische Fuss (= 0·3084 M.) gemeint. Oft ist für das Längenmaass die Werst (= 1066.79 M.) verwendet worden.

[2] S. Nikitin, Die Spuren der Kreide-Periode im centralen Russland; Mém. Com. Géol. 1888, V, Nr. 2, Karten.

[3] N. Sokolow, Die untertert. Ablag. Südrussland's; ebendas. 1893, IX, Nr. 2, Karten.

[4] Krasnopolski, Bericht der westsibir. Montan-Partie für 1893; Bull. com. géol. 1894, XIII, p. 181; dess. Geol. Beobachtungen im Becken des Tobol; Djel. Dor. 1899, XX, 50 pp. u. Karte. Das Fallen des Devon ist SW. 255° unter 60°, entsprechend Str. NNW 345°.

[5] N. Wissotzki, Umriss der tert. u. posttert. Ablagerungen Westsibirien's; Djel. Dor. 1896, V, p. 69—94, Karte.

[6] O. Heer, Flora arctica, V; Mém. Acad. Petersbourg, 1877, 7. sér., XXV, Nr. 6.

[7] E. v. Martens, Foss. Süsswasser-Conchyl. aus Sibirien; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1874, XXVI, S. 741—751; F. v. Tscherski, Zur Frage über das Alter der in d. Umgeg. v. Omsk vorkommenden Schichten; ebendas. 1876, XXVIII, S. 217—224.

[8] E. S. Fedorow, Bemerk. über den Fund von Kreide u. errat. Blockablagerungen in dem Pri-Uralsk. Gebiete von N.-Sibir.; Bull. com. géol. 1887, VI, p. 439—450, und dess. Neue Daten über die Geol. des N.-Ural; ebendas. 1889, VIII, p. 7—17; für Spuren von Jura ders. Gorn. Journ. 1897, II, p. 384. Hier mag erwähnt sein, dass F. Schmidt von den Korepowskoje Simowje am unteren Jenissei das vereinzelte Vorkommen eines Stückes der Micrabacia coronula Goldf. in diluvialem Thon anführt und deshalb eine grössere Verbreitung des Cenoman im Norden vermuthet; Mém. Acad. Petersb., 1872, XVIII, Nr. 1, S. 2 3, 25, 162, Taf. II, Fig. 10. Eine zweite solche Spur ist mir jedoch aus dem ganzen arktischen Gebiete noch nicht bekannt geworden.

[9] E. Baron v. Toll, Ueber die Verbreitung des Untersilur u. des Cambrium in Sibirien; Verh. russ. Min. Gesellsch. 1895, XXXIII, p. 273—281, u. Neu. Jahrb. f. Min.

1895, II. S. 157—166; dess. Beiträge zur Kenntniss d. sibirischen Cambrium; Mém. Acad. Petersb., 1899, 8. sér., VIII, Nr. 10.

[10] Aus der reichen Literatur mögen nur angeführt sein: O. Heer, Beitr. z. Juraflora Ostsibiriens u. des Amurlandes; Mém. Acad. Petersb., 7. sér., XXII, Nr. 12, u. Nachtrag, eb. das. 7. sér., XXVII, Nr. 10; Schmalhausen, Beitr. z. Juraflora Russlands; Mém. Acad. Petersb., 1879, 7. sér., XXVII, Nr. 4; O. Feistmantel, Further Notes on the Correlation of the Gondwâna-Flora with other Flora's; Records geol. Surv. India, 1880, XIII, p. 190—193; C. Kosmovski, Bull. soc. imp. Moscou, 1891, nouv. sér. V, p. 170—177; R. Zeiller, Remarques sur la flore foss. de l'Altai; Bull. soc. géol., 1896, 3. sér. XXIV, p. 471—487. — Rhipidopsis gingkoides erscheint hier, ferner an der Petschora, in den Barakarschichten Indiens und in der Prov. S. Luis der Argentinischen Republik, Zeiller, Bull. soc. géol., séance du 15 Juin, 1896, p. CIX. Nicht weniger gehen die Meinungen in Betreff der Thierreste auseinander; Brauer, Redtenbacher u. Gangibauer, Foss. Insect. aus der Juraform. Ostsibir., Mém. Acad. Petersb., 1889, 7. sér., XXXVI, Nr. 15, finden, dass die zu Ust-Balei an der Angara zugleich mit den von Heer beschriebenen Pflanzen vorkommenden Insecten die grösste Aehnlichkeit mit Lias zeigen; eine Art wird einer solchen aus den Stonesfield Slates gleichgestellt. Rohon, Fossile Fische vom ob. Jenissei, Mém. Acad. Petersb., 1889, 7. sér., XXXVI, Nr. 13, setzt Fische von Medwjesko bei Atschin ins Devon; A. Smith Woodward, On a new Palaeoniscid fish from Siberia, Ann. Mag. 1893, 6. ser., XII, p. 286, hat dieselben Stücke untersucht u. rechnet sie zu Perm oder Trias; vgl. auch Rohon, Ostsibir. Fische; Mém. Acad. Petersb., 1890, 7. sér., XXXVIII, Nr. 1; Becker, Ostsibir. Jurafische, möchte Ust-Balei in den Lias setzen.

[11] Natural Science, 13. March 1893, vol. II, Nr. 13; E. v. Mojsisovics, Cephalopoden d. ob. Trias d. Himalaja; Denkschr. Akad. Wien, 1896, LXIII, S. 686—700, auch Palaeont. Indica, Himal. Fossils, vol. III part 1, p. 130—157, und an and. Ort.; in Betreff der Schreibweise des Namens füge ich mich einer Anregung in Bittner, Bemerk. zur neuest. Nomenclatur d. alpin. Trias; 8° Wien, 1896, S. 18.

[12] Osw. Heer, Mém. Acad. Petersb., 1878, XXV, Nr. 6; für die Schwierigkeit der genaueren Altersbestimmung sind z. B. Schmalhausen's Bemerkungen über die Flora des Buchtarma-Thales im Altai zu berücksichtigen; Palaeontograph., XXXVIII, S. 281.

[13] Es besteht eine zweifelhafte Angabe über ein südlicheres Vorkommen von Ammoniten am Tschedobetz, einem rechten Zuflusse der Angara (etwa 98 u. 99° ö. L.), dessen Mündung nahe 58° 40′ liegt; die Stücke sind bei dem Brande des Museum's von Irkutsk zu Grunde gegangen; Jatschewski, Gorn. Journ. 1894, II, p. 305.

[14] Baron E. W. Toll, Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 446; dess. Geol. Skizze der neusibir. Inseln u. die wichtigsten Aufgaben der Polarforschung; Mém. Acad. Petersb., 1899, 8. sér., IX, Nr. 1, p. 10, 11. Von der Preobraschenski-Insel brachte Nordenskjöld einen grossen, vielleicht jurassischen Belemniten: B. Lundgren, Om en Belemnit från Preobr.-ön; Öfvers. Vet. Akad. Förh. Stockholm, 1881, Nr. 7.

[15] Tagebuch der Expedition des A. L. Tschekanowski an die Flüsse Untere Tunguska, Olenek u. Lena in den J. 1873—75, hggeb. v. d. russ. geogr. Ges. durch F. Schmidt 1896, p. 171 u. folg.; L. Jatschewski, N.-Jenisseisk, Gorn. Journ. 1894, I, p. 136.

[16] J. D. Tscherski, Bericht über d. geol. Untersuch. d. Ufer des Baikalsee's, 1. Theil; Isw. ostsib. Abth. k. russ. geogr. Gesellsch. 1886, XX, S. 1—405; ferner Material. z. Geol. Russl., 1889, XIII, S. 1—48, Karte u. in anderen, an späterer Stelle anzuführenden Schriften. r. Man findet in Ritter, Asia, Geogr. Uebersicht d. russ. Reiches, herausgeg. v. d. k. russ. geogr. Ges. durch Semenow, Tscherski u. Petz, I, 1894; II, 1895, r.), viele aus Einzelschriften gesammelte Angaben über den Bau der Ufer des Baikal, so insb. I, p. 153; II, p. 64, 168, 176, 185, 588.

[17] W. Obrutschew, Die altpalaeoz. klastischen Gesteine des Lenathales zwischen Katschug u. Witimsk; hggeb. v. d. ostsibir. Abth. k. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1892; 8°, 212 SS., Karte, r.; Erman beobachtete bereits im J. 1829 diese merkwürdigen Lagerungsverhältnisse an der Lena; dess. Reise um die Erde; Berlin, 1838, II, S. 206, 216, 242 u. an and. Ort.

[18] N. Idjitzki, Geol. Forschungen längs der sibir. Eisenbahn im J. 1894; Djel. Dor. 1896, III, S. 65—104, Karte; insbes. S. 89.

[19] K. Bogdanowitsch, Material. z. Geol. u. Bergbau d. Gouv. Irkutsk; Djel. Dor. 1896, II, S. 1—284, Karten; insbes. S. 24—30 u. Profil Fig. 4.

[20] Bogdanowitsch, ebendas. S. 255.

[21] N. Idjitzki, am ang. Orte, p. 86.

[22] L. Jatschewski, Geol. Forschungen im N. Theile des Kansk. Bezirkes zwischen N.-Udinsk u. Kimilteisk; Djel. Dor. 1896, III, Karte, p. 10.

[23] Jatschewski, Gorn. Journ. 1894, II, p. 312.

[24] P. K. Jaworowski, Geol. Beob. an d. Angara im J. 1895; Djel. Dor. 1898, VII, S. 99—112, Karte.

[25] Jatschewski, ebendas. p. 315.

[26] M. Kositzki, Geognost. Beobacht. im NO. Sibirien während d. J. 1844 u. 1845; Verh. russ. miner. Gesellsch. 1848 (für 1847), S. 23—63, Karte. Auf dieser Karte ist wohl statt Granit Gabbro oder Porphyrit zu lesen; Kositzki erkannte richtig die intrusive Natur dieser Gesteine.

[27] Jaworowski, am ang. Orte p. 105, 106. Seward hat die Möglichkeit erörtert, dass gewisse Lepidodendron ähnliche Formen, welche in Süd-Afrika mit Glossopteris gefunden werden, mit Sigillaria Brardi, einer bezeichnenden Art der Ottweiler Schichten, identisch seien. A. C. Seward, On the Association of Sigillaria and Glossopteris in S.-Africa; Quart. Journ. geol. Soc. 1897, LIII, p. 330, 335.

[28] Jatschewski, Gorn. Journ. 1894, I, p. 133.

[29] F. Schmidt, Ueber einige neue ostsibir. Trilobiten; Bull. Acad. Petersb., 1886, XXX, S. 501; Toll, Neu. Jahrb. 1895, II, S. 160, 164; Lindström stellt die Korallen dem nordamerikanischen Trenton u. Hudson-Limestone gleich; Bihang Vet. Akad. Handl. Stockholm, 1882, VI, p. 10—19.

[30] Kositzki, Verh. russ. min. Gesellsch. 1848 (für 1847), S. 52.

[31] K. v. Chrustschow, Vorläuf. Mittheilung über die von Hrn. Lopatin aus der Steinigen (Podkammenaja) Tunguska gesammelten Gesteine; Bull. Acad. Petersb., 1892, nouv. sér. II (XXXIV), S. 193—224. An einer Stelle (61—62 Werst oberhalb der 5. Stromschnelle oberhalb des Fl. Welme) erscheint ein Leucitgestein; Chrustschow, ebendas S. 225—229.

[32] N. Idjitzki, Geol. Beob. im Gubernium Irkutsk im J. 1895; Djel. Dor. 1898, VII, p. 113—153, Karte.

[33] Tagebuch der Expedit. des A. L. Tschekanowski an d. Flüssen Untere Tunguska, Olenek u. s. w.; auch: Tschekanowski in Röttger's Revue 1877, X, S. 170 u. 173—190, und: Uebersicht d. geol. Verhältn. an d. Unteren Tunguska in Ferd. Müller, Unter Tungusen u. Jakuten; 8°, Leipz., 1882, S. 301—311. (Müller war Tschekanowski's Begleiter auf dessen zweiter Reise.)

[34] Müller, Unter Tungusen, S. 301.

[35] J. Schmalhausen, Jura-Flora d. Unteren Tunguska; Mém. Acad. Petersb., 1880, XXVII, S. 55—92.

[36] A. W. Laurski, Ueber die Diabase des Beckens der Unteren Tunguska; Sitzungs-Protokoll d. Naturforsch.-Gesellsch. d. Universität Kasan, 1892—1893, XXIV, p. 9, 10. r.

[37] F. Schmidt, Mammuth-Expedition; Bull. Acad. Petersb., 1872, XVIII, S. 16 (auch XIII, S. 97).

[38] Lopatin's Tagebuch der Turuchánsk. Expedition des J. 1866, bearb. von M. N Miklucho-Maklai; Sapisk. russ. geogr. Ges. 1897, XVIII, Nr. 2, p. 161 u folg.

[39] Fr. Schmidt, Vorläuf. Mittheil.; Mém. Acad. Petersb., 1869, XIII, S. 120 Ferd. Müller macht aufmerksam, dass sich unter den von Middendorff von der Päsina und von der Boganida mitgebrachten Geschieben auch Basalte befinden, und schliesst auf eine weite Ausbreitung der Trapp-Decke; Unter Tungusen u. Jakuten; S. 305. Auch K. v. Chrustschow, Ueber eine Gruppe eigenthümlicher Gesteine vom Taimyr-Lande aus d. Middendorff'schen Sammlung; Bull. Acad. Petersb., 1894, nouv. sér. III (XXXV), p. 421—431.

40 Nordenskjöld, Redogerölse for en Expedit. till Mynningen af Jenissei och Sibir.; Bihang Akad. Vet. Handl. Stockholm, 1877, IV, Nr. 1, p. 80.

41 Beschreibung der Kairskii Gori in der Nähe der Krestowskoje Simovje in Lopatin's Tagebuch, p. 11, 72, u. an and. Orten. Polenow erklärt mitgebrachte Stücke für Melaphyr; vgl. auch Fr. Schmidt, Wiss. Resultate d. Mammuth-Expedition; Mém. Acad. Petersb., 1872, 7. sér., XVIII, Nr. 1, S. 9. — Kjellman traf auf einem Ausfluge von den Mündungen des Jenissei nach Dudinskoje nur Blöcke von Basalt und Lagen mit arktischen Muscheln, so dass er schloss, der Untergrund gleiche jenem von Island oder Nord- und West-Grönland; Kjellman in Nordenskjöld Redog.; Bihang Vet. Akad. Handl. Stockholm, 1877, IV, Nr. 1. p. 70. — Ebendas., p. 62, eine Beschreibung des Jefremow Kamen.

42 Vgl. die wesentlich veränderte neue Karte der Ob.- u. Jenissei-Mündungen von Wilkitzky; Isw. russ. geogr. Ges. 1896, XXXII, p. 180.

43 Törnebohm, Under Vega-Expedit. insamlade bergarter, in Nordenskjöld, Vega-Exp. vetensk. jaktag.; 8°, Stockholm, 1887, IV, p. 115.

44 Tschekanowski, Tagebuch, p. 129 u. folg.

45 R. Maak, Der Wilui'sche Kreis des Jakutsk'schen Bezirkes; 4°, S. Petersb., II, 1886, Karten, p. 124. Das Gestein der Decke wird von Polenow als Olivin-Diabas bezeichnet und in die Perm- oder Trias-Epoche gestellt; ebendas. p. 347, r.

46 E. Baron Toll, Expedition d. k. Akad. d. Wiss. im J. 1893 nach den Neusibirischen Inseln u. an die Ufer des Eismeeres; Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 446.

47 Tschekanowski, Tagebuch, p. 164. Derselbe erwähnt am Olenek einzelne Falten ‚zwischen horizontalen Schichten', z. B. p. 156, 160 u. folg. Es mögen wohl ganz örtliche Störungen sein.

48 Ebendas. p. 253, 263.

49 Maak, Wilui, p. 45; Pawlowski, Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. 1873, IV, p. 39.

50 Ebendas. p. 130.

51 Maak, Ebendas. p. 108 u. an and. Ort.; Pawlikowski in Maak, p. 89, 98, u. an and. Ort.

52 Fr. Schmidt, Ostsib. Trilob.; Bull. Acad. Petersb. 1886, XXX, S. 501; Toll, Beitr. sib. Cambr., S. 32.

53 Maak, Wilui, p. 319 u. folg., 335 u. an and. Orten.

54 W. Obrutschew, Die altpalaeoz. klastischen Gesteine des Lenathales zwischen Katschug u. Witimsk in Ost-Sibirien; hggeb. v. d. ostsibir. Abth. der k. russ. geogr. Gesellsch. Irkutsk, 1892; 8°, 212 p., Karten.

55 Toll, Verbreit. d. Untersilur u. Cambr.; Neu Jahrb. 1895, II, S. 161, 162; dess. Beitr. Silur u. Cambr. S. 21 u. folg.

56 Das Vorkommen von Devon in der Mitte des Gebietes könnte nur auf zwei schlecht erhaltene Stücke begründet werden, welche Tschekanowski bei Padun an der Angara in rothem Sandstein fand und in welchen Fr. Schmidt Reste von Eurypterus vermuthete. Schmidt hat aber selbst die Bestimmung wegen der unvollkommenen Erhaltuug der Exemplare als fraglich erklärt; Schmidt in Maak, Wilui, II, p. 365, 366.

57 Zeiller, Remarques sur la flore foss. de l'Altai à propos des dernières découvertes paléobotan. de MM. les Dr. Bodenbender et Kurtz dans la Républ. Argentine; Bull. soc. géol. 1896, 3. sér., XXIV, p. 466—487; insbes. p. 471 u. folg.: Examen de la flore de l'Altai et de la Toungouska inf. Es ist auffallend, dass Polenow, lediglich auf die Beschaffenheit der basischen Gesteine gestützt, diese der permischen Zeit oder der Trias zuschrieb; vgl. Maak, Wilui, Anhang zu Bd II.

DRITTER ABSCHNITT.

Der alte Scheitel.

Einleitung. — Patomske Nagorje. — Sabaikalien. — Der Baikal-See. — Westrand des Baikal-See's. — Gebirge im Süden des Baikal-See's. — Ost-Sajan. — Der Horst am Jenissei. — Rückblick. — Minussinsk. — West-Sajan. — Tannu-ola. — Changai. — Das See'n-Thal. — Gobi-Altai. — Oestliche Gobi. — Schluss.

Das ausgedehnte Gebiet, welches in diesem Abschnitte besprochen werden soll, bildet nach seiner Lage und seinem Baue den ältesten Scheitel der eurasiatischen Falten. Im Westen ist der Jenissei unterhalb Krasnojarsk seine Grenze; im Osten wird es nahe 120° ö. L. abgegrenzt durch die gegen NNW. gerichtete Fortsetzung des grossen Chingan, dessen westlicher Rand bei Nertschinskii Sawod vom Argun und weiter im Norden von der unteren Schilka durchschnitten wird. Im Amphitheater von Irkutsk begleiten den Scheitel die Randfalten der palaeozoischen Tafel.

Die Felsarten und die Faltungen des Scheitels sind von sehr hohem Alter. Granit, sehr häufig hornblendeführend, Gneiss und Hornblendegneiss, dazu eine an gewissen Stellen als discordant angesehene Reihe von Glimmerschiefer, Chloritschiefer, altem Quarzit und von krystallinischem Kalkstein mit Graphit-Schüppchen, bilden den grössten Theil seiner langen Rücken und seiner hohen Goltzi. Dazu treten jüngere Granite, Diabas, Porphyr, Porphyrit, endlich basische Laven von zum Theile

jugendlichem Alter. In den Thälern liegen da und dort tertiäre Süsswasser-Ablagerungen mit Braunkohle.

Die Falten, in welche der Scheitel gelegt ist, sind ohne Zweifel älter als die cambrischen Sedimente der Lena. An dem Bruche im Westen des Baikal-See's (*b*, *b* Fig. 2) gibt es Strecken, an welchen diese Falten senkrecht auf den Bruch und auf die Randfalten streichen. Es ist fraglich, ob die inneren Theile des Scheitels überhaupt je von den palaeozoischen Meeren bedeckt worden sind, obwohl einige fern von einander gelegene Schollen, hauptsächlich von Schiefer und Quarzit, als Anzeichen dafür angeführt werden. Vergebens sucht man hier jene Mannigfaltigkeit versteinerungsführender Meeres-Ablagerungen, welche andere Gebirgsgegenden auszeichnen, aber gegen die äussere Peripherie hin, namentlich im Südosten und Süden, beginnt eine Verschmelzung mit jüngeren Faltenzügen und trifft man devonische Versteinerungen. Der Randbruch des Amphitheaters ist von hohem Alter.

Schon im J. 1855 entwarf Meglitzki ein Kärtchen des Baikal, auf welchem ersichtlich ist, dass der See auf grössere Strecken hin das Streichen der Felsarten seiner Ufergebirge schräge durchschneidet.[1] Tschekanowski, Kropotkin, vor Allen der unermüdete und geistreiche Tscherski haben hierauf die Kentniss von den Gebirgen um den Baikal sehr wesentlich erweitert, bis durch die Vorarbeiten für die sibirische Eisenbahn eine neue Epoche geologischer Forschung für diese Gegenden eintrat.

Tscherski wusste bereits, dass westlich vom Baikal ein schmaler Streifen von Gebirgen liegt, welcher eine Fortsetzung des sabaikal'schen Hochlandes ist. Sein umfassender Blick lehrte ihn auch, dass die Faltungen des alten Gebirges im Osten und im Westen des Baikal einander entgegengesetzte und gegen Süd convergirende Streichrichtungen zeigen. Das östlich vom Baikal vorhandene Streichen gegen NO. oder ONO. bezeichnete er als die baikal'sche Richtung, und das westlich vom See herrschende Streichen gegen NW. oder WNW. als die sajan'sche.[2]

Sowohl im Westen als im Osten scheint diese zweifache Richtung der vorcambrischen Falten in dem heutigen Verlaufe

zahlreicher Thäler und der heutigen Gestalt der Oberfläche hervorzutreten. Eine genauere Betrachtung der Sachlage lehrt jedoch, dass ein ganz anderer Vorgang für den heutigen Zustand maassgebend wird.

Weit im Westen, in der Gegend des oberen (schwarzen) Irtysch, war Bogdanowitsch vor längerer Zeit zu der Meinung gelangt, man müsse Senkungen und langen Brüchen in der Structur der asiatischen Gebirge einen weit grösseren Einfluss zugestehen als bisher. Zu derselben Ansicht gelangte Klemenz in dem mongolischen See'nthale. Es ist das besondere Verdienst Obrutschew's, gezeigt zu haben, dass das ganze sabaikal'sche Gebirgsland von langen Brüchen durchzogen ist, welche zuweilen auch lange Grabensenkungen entstehen lassen, und welche vielen der langen Rücken die Merkmale von ebensovielen Horsten geben.[3]

Diese langen Linien fallen zuweilen auf eine bedeutende Strecke mit dem Streichen der Falten zusammen; auf anderen Strecken durchschneiden sie dasselbe, aber im Grossen lassen sie, wie gesagt, doch eine Oberflächengestalt entstehen, welche an den Verlauf der alten Falten mahnt. Das Abweichen von dieser Richtung wäre noch kein entscheidender Beweis für das Vorhandensein von Brüchen, denn in so ausserordentlich altem Gebirge kann die Erosion auf vielfache Weise beeinflusst sein. Diess zeigen die erodirten Querthäler Sabaikalien's und im Westen des Baikal, in den Alpen der Tunka und der Kitoj, werden wir in der That besondere Umstände kennen lernen, welche das Abweichen der Thalfurchen von dem Baue des Gebirges zur Folge haben.

Weit entscheidender ist die Thatsache, dass die erwähnten langen Linien häufig begleitet sind von Zügen von eruptiven Felsarten, wie Porphyr und Porphyrit mit Tuffen und Breccien, Melaphyr, Basalt, zuweilen auch von Trachyt und Rhyolith.

Endlich sieht man gerade in den am genauesten bekannten Theilen des Gebirgslandes, namentlich quer über die untere Selenga, unzweifelhafte Gräben. Unsere russischen Fachgenossen haben für diese Vorkommnisse die sehr entsprechende Bezeich-

nung ‚disjunctive Dislocation' gewählt. In der That wird es nicht möglich sein, die Entstehung einer Reihe subparalleler Brüche und Gräben, deren Verlauf doch auf lange Strecken dem Streichen der alten Falten entspricht, ohne eine gewisse Zerrung, und zwar annähernd im Sinne der alten Faltung, zu erklären. Diese Zerrung mag sich auslösen in Disjunction, d. i. in Rissen, sowie in Absenkung langer Streifen zwischen den Rissen. Eruptiv-Gesteine verschiedenen Alters begleiten dann die Risse. In dicht gepressten, jüngeren Faltengebirgen, wie im Himalaya oder den Alpen, kennt man solche Disjunction nicht.

Patomske Nagorje. An den Brüchen und Flexuren, welche den Innenrand des Amphitheaters von Irkutsk umgeben, ist ein sehr beträchtliches Stück der westlichen Hälfte des Scheitels versenkt, und man sieht an seiner Stelle nur die palaeozoische Tafel der Lena, der Angara und Oka. Im Osten dagegen, in Sabaikalien, und im Süden des Baikal treten die Merkmale seines Gefüges deutlich hervor, und hier mag die Betrachtung beginnen.

Wir wissen, dass im Bette der Lena bis in die Nähe von Jakutsk die cambrische Tafel sichtbar ist. Bei Jakutsk liegen über dem rothen Sandstein, welcher auch hier das oberste Glied der palaeozoischen Serie bildet, noch pflanzenführende Ablagerungen, entweder der Angara-Serie oder der tertiären Gruppe zugehörig.

Als Middendorff von Jakutsk die beschwerliche Reise gegen Südost zum Udskii Ostrog ausführte, traf er im Gebiete des Aldan-Flusses bis zum Kleinen Aim (l. Nebenfluss der Maja, nahe 58° n. Br.) horizontalen Sandstein mit Conglomerat und Kohlenflötzchen. Darunter erscheinen in den tieferen Schluchten flach gelagerte Bänke von Kalk oder Dolomit, welche er den Schichten des Bettes der Lena verglich. Erst jenseits dieser Stelle, mehr als vier Breitegrade südlich von Jakutsk, tritt der waldlose Köch-Kat hervor, ein Gebirgszug mit abgerundeten Kuppen von dioritischen und granitischen Felsarten, doch auch diese Kuppen scheint rother Sandstein zu überlagern. Jenseits

des Köch-Kat ist neuerdings der horizontal gelagerte Kalkstein und über demselben der Sandstein sichtbar und diese erstrecken sich vom Flusse Utschur den Fluss Ujan aufwärts bis an den westlichen Fuss des felsigen Aldan-Gebirges.[4]

Meglitzki ist den Fluss Maja aufwärts gereist und hat den westlichen Fuss des Aldan-Gebirges an einer Stelle erreicht, welche etwa 230 Werst nördlich von Middendorff's Weg liegt. Auch er traf nur flach gelagerte Schichten, und zwar unten plattigen Kalkstein, darüber Sandstein, zuweilen mit Pflanzenresten. Nelkan liegt noch auf Sandstein. Allerdings erhebt sich das Land von der Lena her gegen den Oberlauf des Aldan, aber die Erhebung ist nicht bedeutend, und indem sich die flachgelagerten Sedimente an die felsigen Vorberge des Aldan-Gebirges schmiegen, verräth die gleichmässige Höhe ihrer tafelförmigen, wenn auch von Flussrinnen tief durchfurchten Oberfläche die Grenze gegen die alten Gesteine des Aldan-Gebirges.[5]

Der landschaftliche Gegensatz, welcher sich zu beiden Seiten des Aldan-Gebirges ergibt, ist auch von Bogdanowitsch beschrieben worden. Von Udskii Ostrog kommend, von Südost her, dem Flusse Nemerikan folgend, hat er unter grossen Beschwerden das Gebirge erstiegen. Von der Höhe von 4000 Fuss herab bieten sich dem Auge gegen das Meer hin lange parallele Gebirgsketten, während landwärts über das allmählig abfallende Gehänge unermesslicher Urwald sich breitet und die Wässer ihre tiefen Furchen ziehen.[6]

Nehmen wir nun Jakutsk als Mittelpunkt, so zeigt sich die Lena aufwärts bis gegen Olekminsk auf etwa 500 Werst, dann auf Middendorff's Weg zum oberen Utschur auf beiläufig 700 Werst und auf Meglitzki's Linie gegen Nelkan auf mehr als 600 Werst, mit Ausnahme des vereinzelten älteren Rücken's Köch-Kat, nur flach gelagertes Sediment. So stellt sich das Flussgebiet des Aldan mit grosser Wahrscheinlichkeit als eine östliche Erweiterung der grossen ostsibirischen Tafel dar, welche zwischen den Werchojan'schen Bogen und den wenig bekannten Nordrand des sabaikal'schen Gebirgslandes hereintritt,

und welche im Osten durch das Aldan-Gebirge vom Meere abgetrennt ist.

Um den sabaikal'schen Nordrand anzutreffen, wenden wir uns weiter gegen West. Unterhalb der Mündung des Witim vollführt die Lena einen Bug, welcher über den 60. Breitegrad hinausgreift und wieder unter diesen Breitegrad zurückkehrt. Der Bug ist veranlasst durch das Hervortreten von archaischen Felsarten innerhalb desselben. Der Bau dieser Gegend wurde bereits vor Jahren von P. Kropotkin in ausgezeichneter Weise beschrieben.[7]

Das Thal der Lena ist hier stellenweise bis nahe an 1000 Fuss tief eingegraben, und die Wände des Ufers sind besonders steil. Hoch über dem Flusse liegt eine Tafel von rothem untersilurischem Sandstein, deren mittlere Seehöhe unter 1400 Fuss ist und derselben Höhe entspricht, in welcher weit von hier, in den Kutschug'schen Bergen zwischen Atschinsk und Krasnojarsk, gleichfalls der horizontale rothe Sandstein getroffen wird. Unter dem Sandstein liegt der cambrische Kalkstein. Der Bug des Flusses ist aber durch den Rand der Tafel veranlasst.

Verlässt man etwa 50 Werst unterhalb der Mündung des Witim die Lena in der Richtung gegen SO., so erreicht man in einiger Entfernung steil gestellten Quarzsandstein, Schiefer und älteren Kalkstein. Wahrscheinlich sind es die fortgesetzten Randfalten des Amphitheaters. Etwa 50 Werst von der Lena befindet man sich in 900 M. Höhe, in einem gegen NO. streichenden Zuge von grauem Gneiss. Weiter gegen Ost, jenseits des grossen Patom, tritt noch höheres Gebirge hervor, von Kropotkin als Patomske Nagorje, d. i. das Hochland am Patom, bezeichnet. Es besteht gleichfalls aus archaischem Gestein. Sein höchster Theil, die Granit- und Gneiss-Masse des Teptoró, auch der Napoleon's-Hut benannt, erreicht 1794 M. Er erhebt sich, schneebedeckt, über seine Umgebung, welche weit und breit zu Rundhöckern abgeschliffen ist.

Diese Felsarten erreichen gegen NO. nicht die Lena, dagegen kreuzen sie gegen SW. den Witim. Ein ausserordentlich langer, bis jetzt durch 200 Werst bekannter Zug von Thon-

schiefer, welcher mit seinem nördlichen Ende in die Nähe der Mündung des Patom reichen soll, begleitet die SO.-Seite des Hochlandes und trennt es von den Bergen der Olekma. Das Streichen ist N. 40° bis 50° O.[8]

Nach Kropotkin's Arbeiten ist der untere Witim von Obrutschew untersucht worden und dieser hat die Gefälligkeit gehabt, mir eine geologische Karte der Patomske Nagorje zur Verfügung zu stellen. Obrutschew ermittelte die überraschende Thatsache, dass an dem N.-Ufer des Witim, im Südosten der alten Masse des Patomske Nagorje, eine ausgedehnte Scholle von wahrscheinlich vorcambrischem Thonschiefer, Quarzit und verändertem Kalkstein vorhanden ist, stellenweise von jüngerem Granit durchbrochen, und dass diese Scholle in wiederholte, breite und lange Falten gelegt ist, welche, dem allgemeinen Streichen des archaischen Hochlandes nicht entsprechend, die Richtung West-Ost mit einer geringen Abweichung gegen OSO. verfolgen. Diese Faltenzüge sind abradirt. Der höchste derselben wird von Obrutschew als Chrebet Kropotkina bezeichnet; er erreicht 1100 M. und bildet auf mehr als 100 Werst die Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des hier von O. gegen W. strömenden Witim und jenen des grossen Patom und der Watscha.[9]

Wir entnehmen, dass Patomske Nagorje einen jenseits des Witim liegenden Theil des sabaikal'schen Gebirges ausmacht und das normale baikal'sche Streichen (im Sinne Tscherski's) besitzt. Die Lösung des Räthsels, welches sich an das abweichende Streichen der scheinbar jüngeren Falten des Kropotkin-Gebirges knüpft, muss späteren Beobachtungen überlassen bleiben.

Witim und Sabaikalien. Die für die Wissenschaft so überaus werthvolle Reise Kropotkin's ist im J. 1866 ausgeführt worden. Sie erstreckte sich vom Patom südwärts zwischen 113° und 115° ö. L. durch alle Einöden bis zum südlichen Abfalle des Jablonnoi. Im vorhergehenden Jahre hatte Lopatin das weite, östlich von der Nordhälfte des Baikal gelegene Land durchreist. Seine Sammlungen wurden von Polenow bearbeitet.[10]

Die uns erhaltene östliche Hälfte des Scheitels fällt im Wesentlichen mit Sabaikalien zusammen. Die genannten Arbeiten von Kropotkin und Lopatin sind die wichtigsten Quellen für die Kenntniss des Nordens. Im Süden schliessen sich daran die Untersuchungen, welche aus Anlass des Baues der sibirischen Eisenbahn unternommen wurden. Die Strecke von der Selenga bis zur Vereinigung der Schilka und des Argun wurde von Obrutschew und seinen Mitarbeitern Gerasimow und Fürst Gedroitz erforscht, und zwar beziehen sich die Arbeiten von Obrutschew auf die Strecke von der Selenga bis Tschita, jene von Gerasimow betreffen den mittleren Theil bis zum Onon und jene von Gedroitz den Osten."

Hier habe ich mit herzlichem Danke zu erwähnen, dass Hr. Obrutschew mich nicht nur durch viele briefliche Mittheilungen erfreut, sondern mich auch bei der Ausarbeitung der nachfolgenden Seiten bei längeren und wiederholten Besuchen mit seinem persönlichen Rathe so sehr unterstützt hat, dass Alles was hier über den Bau Sabaikalien's gesagt werden soll, so weit es überhaupt Lehrreiches enthalten mag, diesen Mittheilungen und Rathschlägen zuzuschreiben ist.

Der palaeozoische Saum, welcher das Hochland am Patom im Norden und im Westen von der Lena trennt, erscheint auch am unteren Witim; seine Breite beträgt hier etwa 40 Werst. O. von demselben durchscheidet der Witim, wie gesagt, die gegen SW. streichende Fortsetzung dieses Hochlandes. Etwas weiter gegen O. stellen sich N. vom Witim die Kropotkin'schen Faltenzüge ein, deren Zusammenhang mit den archaischen Gebirgen nicht vollständig ergründet ist, die aber deutlich das Hochland abgrenzen.

In der südwärts folgenden Wildniss, welche O. und NO. vom Baikal liegt, kann man nach Kropotkin drei selbständige Gebirgsglieder unterscheiden, nämlich die beiden durch das breite Thal der Muja getrennten Züge Nord-Mujskii und Süd-Mujskii, und SO. von dem letzteren das ausgedehnte Hochland am Witim. Wir wollen nun, im Norden zugleich auf Lopatin, im Süden auf die neueren Arbeiten gestützt, eine Gliederung versuchen.

1. Der Nord-Mujskii-Zug besteht aus zwei Theilen, nämlich im Norden aus dem Gebirge Deljun-Uran, an dessen Zusammensetzung Syenit-Granit einen grossen Antheil nimmt, und im Süden aus dem Nord-Mujskii-Gebirge im engeren Sinne, welches eine südwestlich streichende Anticlinale von Gneiss ist mit einer Axe von Granit und mit mächtigen Gängen von Diorit. Dieser Zug setzt sich nach Kropotkin gegen SSW. unmittelbar in das Bargusin-Gebirge fort, welches das NO.-Ufer des Baikal bildet und in seinem südlichsten Theile den Namen Tschiwyrskuiskii annimmt. Dieses hängt, wie gleichfalls bereits Kropotkin erkannte, mit dem Vorgebirge Swjatoi Noss zusammen und setzt sich noch weiter schräge über den Baikal auf sein westliches Ufer durch die Insel Olchon fort.

Das Bargusin-Gebirge stürzt N. von 54° n. Br. an seiner SO.-Seite mit einer riesigen Felswand gegen das gleichnamige Flussthal ab; an seiner Zusammensetzung nimmt, namentlich gegen SW., porphyrartiger Granit den wesentlichsten Antheil; dieser Felsart ist auch wahrscheinlich die ungewöhnlich zackige Form der Gipfel zuzuschreiben. Im Süden, gegen den Ort Bargusin, sind Vorberge vorhanden, in welchen eine grössere Mannigfaltigkeit von Felsarten, so Syenit, Augit-Syenit und krystallinischer Kalk mit Glimmerschüppchen sichtbar ist.[15]

Das breite Bargusin-Thal ist zum Theile mit tertiären Süsswasserschichten gefüllt. Die Niederung setzt sich weit im Thale des Nebenflusses Djirga gegen NO. fort und stellt sich als die NO.-Fortsetzung der südlichen Hälfte des Baikal-See's dar. Die Wasserscheide der Djirga gegen die obere Zipa, sowie der Oberlauf der Zipa wurden von Lopatin besucht, als Schnee lag, und sind wenig bekannt. Das Thal der Zipa verfolgt aber genau die NO.-Linie des Bargusin-Thales, erweitert sich, umfasst den grossen Bauntow'schen See und wird endlich zu einer breiten, versumpften Niederung, durch welche die Zipa, von vielen kleineren See'n begleitet, ihren Lauf fortsetzt. Diese Niederung des Bauntow'schen See's und der Zipa bildet die Grenze zwischen dem Süd-Mujskii-Gebirge und dem Hochlande am Witim.

Nach dieser Auffassung, nämlich wenn die Linie der Zipa als die Fortsetzung der Linie der Bargusina anerkannt wird, liegen beide Mujskii-Gebirge nördlich von dieser Scheidelinie. Nach Kropotkin dagegen würde Süd-Mujskii sich in der erwähnten Wasserscheide zwischen Djirga und Zipa in die hohen, östlich von der Bargusina gelegenen Berge der Argoda und des Ikat fortsetzen. Diese Berge, welche gleichfalls steil zum Thale von Bargusin abfallen, sind von dem gegenüberliegenden Bargusin-Gebirge sehr verschieden; sie sind höher (2000 M.) mit völlig gerundeten Kuppen, welche aus Gneiss bestehen.

2. Das Hochland am Witim grenzt sich gegen N. durch einen langen Steilrand ab, welcher, von der Gegend zwischen dem Witimkan und dem Witim-her, ziemlich gegen NO. verlaufend, den südlichen Rand der Niederung des Bauntow'schen See's und der mittleren Zipa darstellt. Eine breite und ununterbrochene Zone von krystallinischem Schiefer vermittelt die Verbindung mit den Bergen der Argoda und des Ikat. Innerhalb dieser Schieferzone besteht das Hochland aus Granit und Syenit, streckenweise bedeckt von tertiären Süsswasser-Ablagerungen oder von Basalt-Decken.

Der westlich vom Witim gelegene Theil ist von niedrigen Bergreihen besetzt, welche, parallel dem hohen Gebirge am Ikat, gegen NO. ziehen; in der Schlinge des Witim aber und weiter gegen Ost breitet sich die weite Fläche ohne jede beträchtliche Erhebung aus mit der mittleren Höhe von 3000 Fuss. In der erwähnten Schlinge des Witim entdeckte Lopatin ein ausgedehntes Basaltfeld, welches er auf einer Strecke von 400 Werst kreuzte. Die Oberfläche ist ausserordentlich eben, abgesehen von tiefen und äusserst steilwandigen Furchen, welche die Djilinda und der obere Amalat in dieselbe gegraben haben. Lopatin traf kleinere Schlackenkegel mit runden, von Wasser erfüllten Oeffnungen, welche Polenow als die Reste von Solfataren ansieht.[13]

Die östlich vom Bargusin-Thale gelegenen Berge am Ikat und der Argoda und mit ihnen ein beträchtlicher Theil des Hochlandes am Witim ziehen noch weiter gegen SW., indem sie

sich mit dem Gebirge Ulan-Burgassi verbinden. Wir sind am SO.-Ufer des Baikal und im Gebiete der Arbeiten Obrutschew's und seiner Genossen angelangt. Die Ausläufer von Ulan-Burgassi oder Kurbin'schen Berge werden bei Werchne-Udinsk von der Selenga durchschnitten und setzen ihre Richtung als Chr. Chamar-Daban fort; an diesen schliesst sich mit abweichender, gegen SSW. gewendeter Richtung das kurze Chambinskii-Gebirge.

Die letzteren Gebirge bestehen alle aus Gneiss und altem Schiefer mit vereinzelten Vorkommnissen von Granit. In den Kurbin'schen Bergen sieht man Str. OW. und WNW., stellenweise NNW. und NNO.; Kalkstöcke ziehen gegen ONO. Im Chamar-Daban, am rechten Ufer der Selenga streichen die alten Felsarten ONO. und NO.; auf diese Art herrscht wohl baikal'sches Streichen, doch zeigen sich bereits sajan'sche Vorboten. Der Umriss der Berge ist aber nicht durch diesen Umstand bedingt, sondern durch eine lange Bruchzone an ihrem Süd-Rande.

Diese Zone ist nicht ganz gerade. Sie beginnt mit dem mehr gegen SSW. gerichteten Graben am S.-Fusse des Chambin'schen Gebirges, in welchem der Gänse-See liegt. Dieser Einbruch ist von verschiedenen Eruptiv-Gesteinen begleitet und in demselben sind auch die tertiären braunkohleführenden Schichten dislocirt.

Bevor die Bruchlinien zu beiden Seiten des Gänse-Sees, welche hier gegen NNO. gerichtet sind, die Selenga erreichen, wenden sie sich gegen NO. und ONO.; sie kreuzen die Selenga bei Werchne-Udinsk und bilden nun am N.-Ufer der Uda den S.-Rand des Chamar-Daban und der Kurbin'schen Berge; sie sind von vielen Basaltvorkommnissen begleitet. Die Uda liegt hier in einem langen Graben. Noch 300 Werst ONO. von Werchne-Udinsk sind Basalte an seiner Nordseite vorhanden. Die Linie dieses Grabens verfolgend, erreicht man die Gruppe grosser Seen, welche die Wasserscheide gegen den Witim auszeichnet. Eine Flussrinne, der Choloi, und weiterhin der mittlere Witim selbst setzen noch weiter und bis jen-

seits 54° n. Br. diese lange gerade Linie fort. Der Witim fliesst nach Gerasimow auf dieser Strecke in einem engen Thale von archaischen Felsarten. Da und dort liegen in diesem Thale fischführende tertiäre Süsswasser-Schichten, über welchen eine 15—30 M. starke Basaltdecke lagert. Später, am Ingur und Olnau, breitet sich diese ebene Basaltdecke aus, und sie mag wohl gegen West mit den grossen Basaltfeldern am oberen Amalat in Verbindung stehen. Gerade hier, N. von dem rechten Zuflusse Konda hat Gerasimow zwei vulcanische Kegel entdeckt. Der eine, 5—6 Werst vom Witim, am Flüsschen Kakirtai gelegen, besteht aus losen Schlacken und Lava; seine relative Höhe beträgt 200 M., und der Entdecker hat ihm den Namen Vulcan Obrutschew gegeben. Der zweite, welcher V. Muschketow benannt wurde, liegt 7 Werst vom Witim, am Flüsschen Ingur, auf einer ebenen Tafel von Basalt: in seinem Krater befindet sich ein kleiner See; die relative Höhe ist 140 M. Der Basalt enthält Stücke von Granit.[1]

Die lange Linie vom Graben des Gänse-See's über Werchne-Udinsk, längs der Uda, über die See'n der Wasserscheide, längs des Choloi und des mittleren Witim wird daher hier als eine disjunctive Linie aufgefasst werden, unterbrochen vielleicht durch archaische Felsarten an der Wasserscheide, aber durch ihre Lage und Richtung einheitlich und zugleich erinnernd an die ziemlich parallele Linie Bargusin-Zipa.

In ihrem SW.-Theile ist diese Linie, wie gesagt, im Graben des Gänse-See's gegen SSW. abgelenkt. Die Entfernung vom Gänse-See bis zur Selenga beträgt etwa 120 und von dort bis zu den Vulcanen am Witim etwa 450 Werst, aber noch über diesen Punkt hinaus verfolgt der Witim auf eine lange Strecke dieselbe Richtung.

3. Im Osten des Grabens des Gänse-See's erhebt sich das kurze Monostoi-Gebirge, dessen Richtung ausnahmsweise NNO. ist; es schliesst sich gegen O. an den vorwaltend granitischen Zug des Zagan-Daban, dessen Breite von Werchne-Udinsk bis Selenginsk reicht und dessen Fortsetzung gegen ONO. das Gebirge Chudun ist.

Ein neuer Graben begleitet die Südseite dieses Zuges. Der ganze Lauf des Tugnui, welcher S. von Selenginsk in den Chilok mündet, liegt in diesem Graben oder Einbruchsfelde, welches von vielen Eruptiv-Gesteinen begleitet ist und aus welchem als ein granitischer Horst das Tugnui-Gebirge aufragt.

Der Graben des Tugnui verbindet sich W. von Selenginsk mit jenem des Gänse-See's. Ein 100 Werst langer Zug von Basalt begleitet seinen Nordrand, zugleich den Südrand des Zagan-Daban; dann, gegen ONO., verengt sich der Graben und nur kleinere basaltische Spuren weisen auf seine Fortsetzung in das Thal der Kitschenga.

4. Der folgende Horst trägt seinen Namen vom Saganskii-Gebirge, welches aus Gneiss und altem Schiefer besteht. Er umfasst im SW. die Berge an der Djida und zwischen diesem Flusse und der Selenga, ferner den Zug, welcher zwischen Ust-Kjachta und Troitzkosawodsk aus der Mongolei nach Sibirien herübertritt. Dieser letztere scheint jedoch nur die Fortsetzung der südlichen Hälfte des Horstes zu sein, während die nördliche Hälfte seiner Breite unter einer mächtigen Masse von Basalt, dem 60 Werst langen Chrebet Basaltowii, verschwunden ist. Die Basaltmasse ist sehr breit; der Fluss Tschikoi hat sie durchschnitten und man sieht bis zum Flusse hinab nur Basalt. Gegen ONO. taucht nun das archaische Saganskii-Gebirge aus derselben hervor; seine weitere Fortsetzung gegen ONO. ist der Zagan Chuntei.

Der Südrand des Saganskii-Gebirge ist neuerlich von einem Graben begleitet, welcher die Merkmale der Gräben des Gänse-See's und des Tugnui wiederholt und sich namentlich wie diese beiden nach ONO. verengt. Er heisst der Graben des Chilok, ist zu beiden Seiten von Basalten begleitet, und scheint gegen ONO. verloren zu gehen. Aber Gerasimow erkannte die weitere Fortsetzung erst in einzelnen Basalten, dann in einem sehr langen Zuge von Porphyr wieder, welcher, aus ONO. allmählig gegen NO. streichend, die lange Reihe von See'n an der Westseite des Jablonnoi begleitet. Gerasimow hat diesen Zug sogar bis an die Quellen des Jumargon (r. Zufl. d. Witim,

53° n. Br.) verfolgt. Die beiden vorgenannten Horste Zagan-Daban und Saganskii haben gegen NO. ihre Bedeutung verloren, und wir befinden uns nur etwa 50 Werst SSO. von den Vulcanen am Witim.

5. Das Malchangebirge bildet den wichtigsten Theil des folgenden Horstes. Es taucht in der Nähe von Kjachta aus einer Fluth eruptiver Felsarten hervor, nimmt gegen ONO. an Breite zu, beschreibt einen leichten Bogen indem es in die Richtung NO. übergeht, verengt sich wieder bedeutend, und dieser verengte, gegen NO. bis NNO. gerichtete Theil des Malchan-Horstes ist es, welcher, gegen Ost zum Thale der Ingoda und der Tschida abfallend, das oft genannte Jablonnoi-Gebirge bildet. Dasselbe setzt sich nach Gerasimow in der gleichen Richtung noch fort, indem es der linken Seite der Karanga folgt.

Der Abfall des Jablonnoi gegen den Graben der Ingoda beträgt 800 bis 1000 Fuss; er zeigt sich entweder als eine dunkle Wand, überstreut mit unterbrochenen Flecken von Wald, oder als eine Halde von felsigem Schutt. Das Streichen der archaischen Felsarten ist ONO. und wird von dem gegen NNO. verlaufenden Abbruche durchschnitten.[15]

Dass der Jablonnoi bisher als eine grosse Hauptabstufung Inner-Asien's angesehen worden ist, mag wohl daher rühren, dass alle östlich von demselben liegenden Horste und Höhenrücken von der Ingoda, dann von der Schilka durchbrochen werden. Die Folge davon ist, dass der von West kommende Reisende sich bis zum Abfall des Jablonnoi auf der Höhe des Berglandes bewegt, von da an aber keine Höhe mehr überschreitet, sondern in dem langen Flussthale die Reise fortsetzt, welches auf der ganzen Strecke bis zum Chingan ein Querthal ist.

Es fehlt der Raum, um die folgenden, durchwegs gegen ONO. gerichteten Horste im Einzelnen zu besprechen. Die nächstfolgenden sind: 6. das Tscherski-Gebirge und 7. das Daurische Gebirge; ein breiter Zug von metamorphischem Schiefer tritt von der Mongolei her zwischen ihre SW.-Theile

herein. 8. Das Borschtschewoschnii-Gebirge ist von ausserordentlicher Länge; es wird von der unteren Ingoda und oberen Schilka durchschnitten und jenseits Nertschinsk und Strjetensk schaltet sich gegen West das Schilka-Gebirge ein. Metamorphische Schiefer und Grauwacken nehmen an der Zusammensetzung des Borschtschewoschnii beträchtlichen Antheil; aus demselben ragen hohe Züge und Goltzi von Granit auf. Gedroitz ist, einem langen und schmalen Zuge granitischer Vorkommnisse des Schilka-Gebirges folgend, bis an den Uebergangspunkt der Wasserscheide zum Eismeere Urjumskii (53° 45′ n. Br.) vorgedrungen. Dem Borschtschewoschnii gehörte im Südwesten auch der höchste Gipfel Sabaikalien's, der Porphyr-Berg Sochondo (2516 M.), an.[16]

Ein breiter Zug von Flachland mit tertiären, fischführenden Süsswasserablagerungen und begleitet von Basalten, greift nun in der Gegend der Tarei-See'n von SW. her über den Fluss Onon-Borsa herein.[17] Auch östlich davon bis an den Argun treten von der Mongolei her jüngere vulcanische Gesteine über die SW.-Enden der folgenden Züge. Ich sage Züge, weil doch in der Mehrzahl der Fälle an die Stelle von Gräben einfachere Dislocations-Linien zu treten scheinen. Ihre Richtung ist dieselbe wie jene der früher genannten Horste aber sie sind kürzer. Sie sind: 9. Das Gasimur-Onon-Gebirge, 10. das Nertschinskii, 11. das Klitschk- und 12. das Argun-Gebirge, welches den SO. Theil Sabaikalien's einnimmt. In diesem östlichen Theile des Scheitels sind die Züge von mitteldevonischen Meeres-Ablagerungen begleitet und somit geht hier eines der bezeichnendsten Merkmale seiner Mitte verloren. Diese palaeozoischen Sedimente reichen bis an die Schilka. Metamorphische Schiefer und Grauwackengesteine schliessen sich an dieselben und erreichen, von Strjetinsk und Nertschinsk an, gegen SW. grosse Ausdehnung im Gebiete des Flusses Onon. Vielleicht ist auch Carbon vorhanden, und man sieht auch leicht gefaltete Sedimente, welche der Angara-Stufe angehören dürften.

Die vulcanischen Gebirgsarten ziehen sich längs des Argun von der Mongolei her bis an das Knie dieses Flusses bei Alt-

Zuruchaitu (50° 15′ n. Br.); dann greifen sie oberhalb Nertschinskii Sawod wieder über den Argun, und Basalt, Rhyolith und Trachyt treten in grösserer Ausdehnung hervor. Man sieht nach Gedroitz nicht nur Decken, sondern auch vereinzelte Kuppen, vulcanische Bomben und alle Zeichen jüngerer eruptiver Thätigkeit.

Die alten Felsarten streichen S. von Nertschinskii Sawod N. 10—20° O., während nördlich von diesem Orte und namentlich N. von 52° n. Br. das Streichen der Gebirgsarten hievon völlig verschieden und gegen NNW. gerichtet ist. Wir sind an dem grossen Chingan und zugleich an der östlichen Grenze des Scheitels angelangt.

Zu den wichtigsten Ergebnissen, welche Gedroitz erreicht hat, gehört die Feststellung der Thatsache, dass der Westrand des grossen Chingan oberhalb der Vereinigung des Argun und der Schilka liegt. Dieser Westrand erreicht den Argun nahe unterhalb Nertschinskii Sawod, die Schilka aber zwischen Gorbitza und Woskressensk.[18]

Im Allgemeinen kann man die Ergebnisse Obrutschew's und seiner Mitarbeiter in folgender Weise zusammenfassen.

Die Faltung streicht im ganzen Gebiete von den Gebirgen N. vom Baikal bis an den Argun in der baikal'schen Richtung (ONO. bis NO); nur gegen das südliche Ende des Baikal trifft man auf vereinzeltes Erscheinen der sajan'schen Richtung (WSW.) Diese Faltung ist in der Nähe des Amphitheaters sicher von vorcambrischem Alter; dagegen sieht man im Südosten Sabaikalien's das Devon und vielleicht sogar die Angaraschichten an der Faltung theilnehmend. Wir werden mit Obrutschew voraussetzen, dass die Faltung im Südosten in abgeschwächtem Maasse angedauert habe bis in späte Zeiten.[19]

Die Risse oder Disjunctiv-Linien folgen gleichfalls einem gemeinsamen Plane. Mit Ausnahme einzelner kürzerer Querbrüche, welche sich im südwestlichen Theile des Zagan-Daban und des Saganskii-Horstes bemerkbar machen, folgen auch diese langen Linien im Grossen der baikal'schen Richtung. Zieht man die nördlichsten Gebiete mit in Betracht, so zeigt

sich, dass die Linie von Olchon durch das Thal des Bargusin mehr NO., jene vom Norden des Gänse-See's, der Uda und dem Witim mehr gegen ONO. gerichtet ist und dass alle folgenden Linien bis an die Ostseite des Daurischen Gebirges einen gleichfalls gegen ONO. gerichteten, doch etwas gegen SO. convexen, bogenförmigen Verlauf besitzen, während östlich von hier wieder mehr die gerade Richtung ONO. herrscht.

Dabei entstehen an den Gräben im Südosten des Baikal drei hintereinander liegende, keilförmige Einbruchsfelder, und zwar am Gänse-See, am Tugnui und an einem Theile des Chilok.

Diese Risse sind von eruptiven Felsarten auf lange Strecken hin begleitet. Die Porphyre mit ihren Tuffen scheinen durchwegs älter zu sein als die Basalte. Die Risse selbst sind von verschiedenem Alter und die Kratere am Witim deuten auf späte Andauer des Vorganges.

Die Disjunctiv-Linien und Gräben erlangen den schärfsten Ausdruck in dem westlichen Theile des besprochenen Gebietes. In diesem fehlen jüngere Falten. Hier erlangt man den Eindruck, als ob nach der Faltung sich Spannungen eingestellt hätten, welche sich zwar nicht genau, aber doch im Wesentlichen nach derselben Hauptrichtung ONO. bis NO. geäussert haben.

Der Baikal-See. Dieser See ist mehr als 600 Werst lang; nach Europa übertragen, würde er von Triest bis Prag sich erstrecken. Seine Breite erreicht etwas mehr als 80 Werst.

Seine Ufer bestehen zum grossen Theile aus steilen Felswänden; seine Tiefe ist sehr beträchtlich. Aus den Arbeiten von Dybowski und Godlewski, sowie aus den neueren Messungen von Drishenko erhält man ein annäherndes Bild der überflutheten Tiefe.[20]

In dem südlich von der Mündung der Selenga liegenden Theile und namentlich in der Richtung gegen das nördlich von der Angara liegende Ufer beträgt die Tiefe des See's auf bedeutende Strecken mehr als 700 Saschen (1493 M.) und die tiefste bisher gelothete Stelle zeigt 1610 M. Nimmt man die Seehöhe zu 512 M. an, so ergibt sich, dass das Bett des Baikal 1098 M. unter die Meeresoberfläche hinabreicht In der

Tiefe bestehen aber Unregelmässigkeiten. Zunächst ist der Anschwemmungskegel der Selenga so ausserordentlich gross, dass bis über die Mitte des See's hinaus vor der Flussmündung die Tiefe von 2—300 M. nicht überschritten wird. Südwestlich von dem Delta, zwischen diesem und der tiefsten Region, hebt sich aus Tiefen von 500 bis 800 M. ein selbständiger Rücken bis zu 70 M. unter der Wasserfläche empor.[21]

Nördlich vom Delta liegen zwischen Swjatoi Noss und Olchon bedeutende Tiefen und um Swjatoi Noss herum wurde mehrfach mit 1000 M. der Grund nicht erreicht. Dann ragen wieder W. vom Swjatoi Noss gegen die Mitte des See's aus Tiefen von 6—700 M. vier kleine Gneissriffe, die Uschkani, hoch in die Luft empor. Der nördliche Theil des See's ist, soweit er bekannt ist, bis nahe an die Ufer durchwegs mehr als 400 Saschen (853 M.) tief.

Es wurde bereits erwähnt, dass Kropotkin das Vorgebirge Swjatoi Noss und die Insel Olchon als Fortsetzungen des Bargusin-Gebirges ansah. Alle seitherigen Beobachtungen sind geeignet, diese Ansicht zu bekräftigen. Hiedurch zerfällt der Baikal in zwei ziemlich gleich grosse und schräge neben einander liegende Hälften. Das südliche Ende des N.-See's liegt im Maloe More hinter der Insel Olchon. Das nördliche Ende des S.-See's setzt sich im Bargusin-Thale fort. Der Baikal ist gleichsam ein Zwillings-See. Während die Gesammtbreite desselben 80 W. beträgt, erreicht die grösste Breite jeder einzelnen Hälfte nur 50—55 W.

Der bei Weitem mächtigste Zufluss, die Selenga, tritt gleichsam quer durch das östliche Ufer in den See, und ganz ähnlich und gar nicht irgendwie in dem Umrisse des See's vorgezeichnet, liegt der Abfluss, die Angara. Die Lage beider Flüsse lässt den einen als die Fortsetzung des anderen erscheinen, als seien sie Theile eines einzigen alten Stromes, welcher durchschnitten wurde durch die Entstehung des See's.

Heftige Erdbeben, welche in der letzteren Zeit diese Gegend heimgesucht haben, sind allerdings die Ursache von Senkungen im Schwemmlande des Delta's gewesen (I, 44), aber irgend

eine nachweisbare tektonische Veränderung haben sie nicht hervorgerufen.

Georgi, welcher den Baikal im J. 1772 besuchte, hob mit grossem Scharfsinne die steilen Ufer hervor, ‚die den Durchschnitt der Berge zeigen, die Felsentrümmer im Wasser, die runden, abgespaltenen, oft nahen Inseln, die Ruinen vom vorigen Gebirge sind, und die fürchterliche Tiefe nahe an den Klippen.‘ Das Alles deute auf gewaltsamen Ursprung. Der Raum des See's sei die Fortsetzung des Thales der oberen Angara, welcher durch, eine Verwüstung der Natur, etwa einen Erdfall, zum Seebette geworden.[22]

Erman hielt den See gleichfalls für einen Einbruch. Tscherski, welcher so viel für seine Erforschung gethan hat, vermuthete, er sei eine Strecke eines uralten Erosionsthales, später verändert durch Faltung. Obrutschew kehrte zu der Meinung Erman's zurück und sprach sich für die Entstehung durch einen disjunctiven Vorgang aus; dabei verwies er auf die sabaikal'schen Grabenversenkungen.[23]

Der Baikal ist kein altes Erosionsthal. Er ist auch kein an sichtbaren geraden Staffelbrüchen eingesenkter Graben wie das Rheinthal und keine gerade Spalte wie der Rudolf-See. Die sanften Curven der Umrisse seiner beiden Hälften verhalten sich zu den vorcambrischen Falten in solcher Weise, dass z. B. im Maloe More der Verlauf der Felswände des Ufers nahe übereinstimmt mit dem Streichen der vorcambrischen Falten, während weiter im Südwest, jenseits der Buguldejka, die Falten quer durschschnitten werden. Dagegen muss anerkannt werden, dass der Verlauf dieser steilen Ufer sehr grosse Aehnlichkeit besitzt mit jenem der disjunctiven Linien des Scheitels. Schon der Umstand, dass der See aus zwei einander so ähnlichen Hälften besteht, und die gegenseitige Lage dieser Hälften lassen erkennen, dass die Ursache der Entstehung beider Hälften dieselbe gewesen sein muss, dass diese Ursache sich daher wahrscheinlich über ein noch grösseres Gebiet ausgedehnt hat, und so erscheint uns der Baikal selbst als eine Folge der nämlichen Zerrungen, welche wir an den Gräben des Gänse-See's, am Tugnui, am Chilok u. A. kennen gelernt haben.

Eine weitere Aehnlichkeit mit diesen Disjunctiv-Thälern liegt in dem Vorhandensein eines Streifens von braunkohleführenden, muthmaasslich tertiären Schichten am Ostufer des See's, bei Malinowskaja, gegenüber der Angara. Jatschewski hat sie beschrieben; ihre Lagerung ist ziemlich flach.[24]

Dagegen bestehen zwei wesentliche Unterschiede.

Der erste Unterschied liegt in der grossen Breite. Während der Graben der Ingoda 10—15 Werst breit ist und diese Breite in den Disjunctiv-Thälern häufig erreicht wird, findet man in den Gräben an der Selenga zwar bedeutendere Breiten, welche aber doch lange nicht jene des Baikal erreichen. Der Horst Bargusin ist ganz auf die Breite von Olchon eingeschränkt, als wären grössere Streifen desselben zur Tiefe gegangen.

Der zweite Unterschied besteht in dem Mangel an eruptiven Vorkommnissen. Nur an einer Stelle, bei Kultuk, am südlichsten Ende, liegt Basalt. Dieser ist aber das Ende eines Stromes, welcher das alte Bett der Irkuta ausgefüllt und diesen Fluss, wie Tscherski zeigte, gezwungen hat, sich das heutige Bett in der Richtung zur Angara zu graben. Hr. Obrutschew theilt mir mit, dass in den Conglomeraten der Angara-Serie oberhalb und unterhalb Irkutsk Porphyre, Felsite und zugehörige Tuffe und Breccien in Menge gefunden werden, während solche Felsarten weit und breit nicht anstehend bekannt sind.

In Bezug auf das Alter einzelner Uferstrecken des Baikal lässt sich folgendes sagen: Die genannten Porphyre sind vielleicht entfernte Spuren eines älteren disjunctiven Vorganges. Diese Porphyre sind älter als die Conglomerate, mit welchen am Baikal die Angara-Serie beginnt. In der Nähe der Angara bricht diese pflanzenführende Serie steil zur Tiefe des Baikal ab; diese Strecke ist jünger als der betreffende Theil der Angara-Serie. Das SO.-Ufer bei Malinowskaja ist älter als die angelagerten Braunkohlenflötze. Das einstige Thal der Irkuta, welches bei Kultuk in den Baikal mündete, ist älter als der Basaltstrom, welcher in dasselbe floss.

Hieraus liesse sich für die südliche Hälfte des See's folgern, dass sie jünger als die Angara-Serie (abgesehen von

den Porphyrgeröllen) und älter als gewisse Abschnitte der Tertiärformation, wahrscheinlich auch älter als der Basalt von Kultuk ist.

Die Thierwelt des Baikal zeigt eine Reihe von Erscheinungen, welche gleichfalls für die Beurtheilung seines Alters von Bedeutung sind.

A. v. Humboldt erinnerte, dass nicht nur im Kaspischen Meere und im Baikal, sondern auch weit östlich vom Baikal, in dem kleinen Süsswassersee Oron am Witim, Seehunde bekannt seien, und betrachtete diese als die Hindeutung auf einen alten Zusammenhang der Wässer.[25] O. Peschel erklärte den Baikal als einen Fjord des alten sibirischen Eismeeres; den Seehunden sei durch Erhebung des Landes der Rückzug abgeschnitten worden. Gegen diese Hypothese sprach sich Tscherski aus. Er betonte, dass die posttertiäre Ausbreitung des Eismeeres nur bis $67^{1}_{2}{}^{\circ}$ n. Br. bekannt sei, dagegen kenne man weit und breit um den Baikal tertiäre und posttertiäre Sedimente, welche nicht vom Meere, sondern von süssen Wässern abgelagert seien. Die Angara habe in später Zeit beträchtliche seeartige Erweiterungen besessen; bei solcher Beschaffenheit der Oberfläche könnten die Seehunde eingewandert sein.

Die Frage nach einer alten Verbindung mit dem Meere wurde neuerdings angeregt, als Dybowski im J. 1884 zeigte, dass Lubomirskia baikalensis, ein Schwamm des Baikal, auch im Berings-Meere lebe.[26] Wir wollen erwähnen, dass ein anderer Schwamm, Spongilla Carteri Bow., dessen Heimat Bombay bis Madura ist, mitten in Europa, bei Füred im Plattensee, in Menge erscheint[27] und uns, dem Winke Tscherski's folgend, den Formen des Süsswassers zuwenden.

Die Untersuchungen von Kessler u. A. haben gezeigt, dass den sibirischen Flüssen eine Anzahl typischer Arten, wie z. B. Accipenser ruthenus, gemein ist, welche jedenfalls älter sind als ein guter Theil der heutigen Wasserscheiden. Hr. Steindachner hat die Güte gehabt, mich zu erinnern, dass nicht wenige typische Fische der europäischen Flüsse, wie Lota vulgaris, Cyprinus carpio, Carassius vulgaris, Gobio fluviatilis, Phoxinus

laevis, Cobitis taenia u. A. sogar bis in das Gebiet des oberen Amur vordringen.[28] Dybowski's Untersuchungen der Gastropoden des Baikal führten aber im Gegentheile zu dem lehrreichen Ergebnisse, dass diese eine ähnliche Verbreitung wie die genannten Flussfische nicht besitzen, sondern mit geringen Ausnahmen eine selbständige Colonie mitten in Sibirien darstellen.[29]

Als nun fast zugleich mit diesen Arbeiten jene von Heude über die Fluss-Conchylien von Nanking und auch die grossen geknoteten Paludinen bekannt wurden, welche Anderson im See von Tali in Yünnan entdeckt hatte, erkannte Th. Fuchs sofort die Bedeutung dieser neuen Erfahrungen für die tertiären Binnen-Faunen von Europa. Er erklärte, dass der Charakter der levantinischen Paludinen- und Unionenschichten Europa's ein japano-chinesischer sei. Zugleich erwähnte Fuchs, dass für die Melanopsiden, welche in der pontischen Stufe eine so grosse Rolle spielen, eine ähnliche Vertretung in Ost-Asien nicht vorhanden ist, sondern erst in Neu-Caledonien gefunden wird. Den Baikal bezeichnete er als ‚einen äussersten nördlichen Vorposten einer reichen Welt eigenartiger Binnen-Mollusken, welche die süssen Wässer der südlich und östlich davon gelegenen Gebiete bevölkern musste.'[30]

Kurz darauf brachten Széchényi und Lóczy in grösserer Menge die Conchylien des See's von Tali, und nun konnte Neumayr die Einheit der levantinischen Vorkommnisse in den europäischen Süsswässern der späteren Tertiärzeit, in Ost-Asien und in N.-Amerika neuerdings bestätigen, sowie auch das abweichende Verhalten der beiden für die pontische Zeit bezeichnenden Gattungen Melanopsis und Congeria.[31]

Auf diese Art begannen sich die Anzeichen zu mehren, nach welchen die Thierwelt des Baikal, wenigstens zum Theile, nicht aus dem Norden, sondern vielmehr aus dem Süden, Osten oder Westen stammen sollte.[32]

Endlich fanden sich die Spuren von baikal'schen Typen in den europäischen Tertiär-Ablagerungen. Die ersten Andeutungen traf Bittner in tieferen Horizonten, innerhalb der Kohlen-

bildungen von Krain; später beschrieb Brusina aus pontischen Schichten von Croatien die Gattung Baglivia, welche Dybowski's Liobaikalia nahe steht, und Lörenthey traf dieselbe in oberpontischen Sedimenten von Süd-Ungarn.[33]

R. Hoernes konnte die Einstreuung ähnlicher Conchylien in einer fluviatilen Zwischenlage der sarmatischen Zeit nachweisen und erinnerte an das häufige Auftreten von Seehunden in sarmatischen Ablagerungen. Dabei gelangte Hoernes zu der Annahme, dass der Baikal seine Thierwelt nicht von dem Nordmeere, sondern von dem jungtertiären Binnenmeere her erhalten habe, wenn der Baikal auch vielleicht mit diesem nicht in unmittelbarer Verbindung war.[34]

Der Stand der Erfahrungen lässt daher vorläufig das Folgende erkennen.

Levantinische Conchylien hat man bei Omsk gefunden. Die an den Baikal erinnernden Formen liegen aber im Donauthale nicht in levantinischen, sondern in pontischen und sarmatischen Ablagerungen und einige entfernte Spuren liegen noch tiefer. Daneben umschliesst jedoch der Baikal viele selbständige Formen, und in anderen Thierclassen einzelne Arten, welche auf marinen Ursprung hinweisen. Es sind Erbschaften aus zweiter und dritter Hand im Baikal vereinigt.

Immerhin sieht man, dass einzelne Arten der pontischen, vielleicht der sarmatischen Zeit sich in diesem Theile Sibirien's bis zur Gegenwart erhalten haben, und aller Wahrscheinlichkeit nach sind die Tiefen des Baikal ihre Zufluchtstätte gewesen. Drishenko's Tabellen zeigen, dass die Temperatur in 25 Sasch. (53 M.) beiläufig 4° C. beträgt, aber auch in 500 Sasch. (1066 M.) nicht unter 3·4° C. herabsinkt.[35]

Es ist daher zu vermuthen, dass der Baikal zur späteren Tertiärzeit bereits bestanden hat.

Diese Betrachtungen, und insbesondere die Beziehungen zwischen Omsk und Tali, führen uns vor eine Anzahl von Fragen, welche sich auf die neuere Geschichte des Festlandes Angara beziehen.

F. v. Richthofen vermuthete, dass an der Stelle der heutigen Gobi von 75°30' bis etwa 114°30' einst eine Wasserfläche sich befunden habe, deren Längenerstreckung beiläufig gleich war jener des europäischen Mittelmeeres. Bei so grosser Ausdehnung konnte wohl nur an einen Theil des Meeres gedacht werden, und Richthofen brachte diese Anschauung in Verbindung mit dem chinesischen Worte ‚Han-hai' oder trockenes Meer. Im Westen, d. i. bei Kashgar, Yarkand und Kiria wurde Richthofen aus der Lage der Sedimente zur Annahme der Uferlinie dieses Meeres in etwa 1500 M. und im Osten in 1200 M. geführt.[36]

Die seitherigen Beobachtungen haben eine noch grössere Verbreitung dieser Sedimente, namentlich gegen den oberen Hoang-ho und noch grössere Höhenlagen derselben innerhalb der Gebirgsländer kennen gelehrt. In der Regel sind es braunrothe, kleinkörnige Conglomerate, rother und gelber mürber Sandstein, rother Thon und dabei Gyps und Salz, welche die Vermuthung eines marinen Ursprunges verstärken mussten. Ein bekanntes Beispiel ist der Masar-tag am Chotan-Darja, welcher sich etwa 500 Fuss hoch über die Mitte der Niederung erhebt. Er wird nach Prjewalski und Dalgleish von zwei Rücken gebildet. Sie bestehen aus rothem Thon und Alabaster und sind ohne Zweifel die Zeugen von Sedimenten, welche eine sehr weite Ausbreitung besassen.[37] In der östlichen Gobi bilden die Ablagerungen dieser Gruppe die scharf abgegrenzten, horizontalen Bjel oder Sockel, über welchen die Reste der Gebirgszüge sich erheben, welche einstens von diesen Wässern umfluthet waren.

Die tiefe Furche, welche der Hoang-ho oberhalb Lan-tshou-fu in solche rothe, horizontale, gypsführende und bis zu 3000 Fuss mächtige Ablagerungen geschnitten hat, sind von Prjewalski, Lóczy und Anderen beschrieben worden. Obrutschew hat gezeigt, dass sie hoch in die Thäler des Nan-shan hinauf sich verfolgen lassen, dass sie in das Tsaidam eintreten, nach Süden aber bis Min-tshou in Süd-Kansu reichen.[38]

Organische Reste sind in diesen Sedimenten sehr selten. Lóczy hat in denselben im Wei-Thale bei Tsing-tshou (O. von 160° ö. L.) das Vorkommen von Stegodon insignis, einer Art

der Sewalik-Fauna, nachgewiesen und hat in den eben erwähnten Schluchten des Hoang-ho Bithynien und Lymnäen von heutigem Charakter und Reste von Säugethieren gefunden. Deshalb hat Lóczy, obwohl er nicht nur Gyps und Salz, sondern auch Kieserit antraf, dennoch die Ansicht vertreten, dass diese Ablagerungen nicht von einer Meeresbedeckung gebildet seien. Das ganze Hochland einerseits bis Ling-tsi-thang, andrerseits südlich weit über Yünnan, vielleicht bis Hundes, dessen hochliegende Süsswasserbildungen Griesbach beschrieb, sei zur Zeit der Bildung der rothen Sedimente am oberen Hoang-ho und am Wei von ausgedehnten abflusslosen See'n bedeckt gewesen. Kuku-nor und die heutigen tibetanischen Salzsee'n seien Reste.[39]

Diese Meinung hat eine wesentliche Bekräftigung dadurch erlangt, dass Obrutschew am Wege von Urgá nach Kalgan in solchen Ablagerungen im Zeugen Djadjin-Schanda in der Nähe der Tafel Chuldyin-gobi und 25 Kilom. SSO. vom Salzsee Irendabassun-nor (etwa 43° 30′ n. Br., 112° ö. L.) Reste eines mittel- oder jungtertiären Rhinoceros oder Aceratherium entdeckt hat.[40]

Die ausgebreiteten Süsswasserbildungen in dem Gebiete der nordamerikanischen Hochgebirge sind der Gegenstand von Meinungsverschiedenheiten gewesen, denen insbesondere Davis Ausdruck gegeben hat. Die eingeschalteten Lagen von Gyps sind in der That nicht das Zeichen eines feuchten, sondern eines trockenen, dem heutigen ähnlichen Klima. Gewiss muss man sehr verschiedenen Umständen, dem strömenden Wasser, den Schuttkegeln und den subaërischen Einflüssen, namentlich am Saume der Ebene und vielleicht an den Bjel's der Wüstengebirge, eine Rolle zuschreiben,[41] wie dies auch Penck hervorhebt, indem er die Bezeichnung ‚Continental-Bildungen' vorschlägt.

In Asien erscheint nicht nur Gyps und Salz, sondern sogar Kieserit als eines der äussersten Glieder der Abdampfung. Auf der anderen Seite muss gesagt werden, dass grosse Landthiere Vegetation und folglich ein gewisses Maass von Feuchtigkeit nicht entbehren können.

Mit einiger Sicherheit werden wir im Stande sein zu folgern, dass die sog. Han-hai- oder Gobi-Ablagerungen nicht Meeres-Ablagerungen sind, dass durch geraume Zeit, namentlich während einzelner Abschnitte der Tertiärzeit über beträchtliche Theile von Asien Süsswassersee'n von ganz ausserordentlicher Grösse und neben ihnen eine Anzahl kleinerer See'n ausgebreitet waren, welche zum Theile abflusslos waren, und dass diese Wasserflächen von klimatischen Schwankungen betroffen wurden. Die herrlichen Aralia-Blätter aus den Tertiär-Ablagerungen Grönland's, welche Nathorst in dem Museum zu Stockholm hinterlegt hat, stellen kaum einen grösseren Gegensatz zwischen Vergangenheit und Gegenwart dar, als die Reste grosser pflanzenfressender Säugethiere in dem horizontal geschichteten Mergel von Chuldyin-gobi.

Hier sind der Forschung dankbare Aufgaben gestellt. Die Frage der rothen Färbung überhaupt, die Frage der Bildung des Rothliegenden und ähnlicher Ablagerungen treten hervor. In Betreff der Fauna aber dürften schon jetzt folgende Elemente zu erkennen sein:

a) Die aus sarmatischer oder pontischer, vielleicht auch aus noch älterer Zeit erhaltenen Reste im Baikal; *b)* die aus der levantinischen Zeit, jener der Schichten von Omsk, erhaltenen Reste im See von Tali; *c)* die europäischen Formen, welche im oberen Amur mit chinesischen Formen zusammentreffen, und *d)* die eigentliche innerasiatische Fauna mit spaltbauchigen Cypriniden.

Westrand des Baikal. Der schmale Saum alten Gebirges, welcher den Baikal im Westen begleitet, ist, so weit er nördlich von der Angara liegt, ein Horst ganz eigenthümlicher Art, denn er wird von zwei Brüchen begrenzt, welche verschiedenen Ursprunges und verschiedenen Alters sind. Der westliche Bruch ist ein Senkungsbruch aus sehr entfernter, vielleicht vorcambrischer Zeit, welcher in voller Unabhängigkeit das Streichen der vorcambrischen Falten durchschneidet. Der östliche Bruch ist das westliche Ufer, zum Theile der N. Hälfte und zum Theile der S. Hälfte des See's, und erscheint vielmehr als

aus Zerrung hervorgegangen und nicht so ganz unabhängig vom Streichen der Falten. Dieser schmale Horst ist das einzige sichtbar gebliebene Stück des innersten Theiles des Scheitels und zugleich die einzige Stelle, an welcher irgendwelche Hoffnung bestehen kann, über das gegenseitige Verhältniss der beiden Streichrichtungen der vorcambrischen Falten Aufschlüsse zu erhalten.

Die Hauptquelle für die Kenntniss dieser Strecke sind trotz mehrerer neuer Arbeiten, noch immer Tscherski's Schriften und insbesondere seine geologische Karte des Baikal.[42]

Ueberblicken wir zuerst die Zusammensetzung des Ufers.

Bei Kultuk, am äussersten SW.-Ende des See's, treten, abgesehen von dem bereits erwähnten Basalte, archaische Felsarten an das Ufer. Sie bilden den Elowskii Chrebet, welcher eine Fortsetzung der Tunkin'schen Alpen ist; das neuere Erosionsthal der Irkuta durchschneidet ihn; in einem schmalen Saum umfassen seine archaischen Gesteine noch den Ausfluss der Angara.

Diesen Gesteinen unmittelbar aufgelagert, tritt nun die Angara-Serie an den See. In ihrem tiefsten Theile liegt goldführendes Conglomerat mit Blöcken von 0·5 M. Die Angara-Schichten erheben sich bis 384 M. über den See und brechen gegen denselben jäh zu beträchtlichen Tiefen ab. Ihre Schichten sind 50° SSW. geneigt.[43]

Bald erscheinen palaeozoische Gesteine, die Fortsetzung des breiten und hohen Onot-Gebirges, und bald verschwinden auch diese, und die archaischen Felsarten des schroffen und felsigen Primorskii Chrebet treten an den See. Dieses bildet den eben genannten westlichen Horst. Es erreicht 4500 Fuss (1372 M.) über dem Baikal (= 1884 M. Meereshöhe), und seine Abhänge betragen daher bis zur Tiefe des See's, gegen welchen er ausserordentlich steil abfällt, 2800 bis 2900 M. Der Ursprung der Lena liegt knapp an seinem westlichen Rand; die Insel Olchon, welche sich gleichfalls bis 800 M. über den See erhebt und einen schroffen Gebirgszug darstellt, zweigt von ihm ab.

Weiter gegen Nord verringert sich die Breite des Primorskii Chrebet. Dann bleibt abermals längs des See's nur ein schmaler archaischer Saum; endlich erreichen am Vorgebirge Elochin (beil. 54° 35′) die palaeozoischen Sedimente zum zweiten Male das Ufer, aber bald tritt wieder das archaische Gestein hervor und hält nun bis zum nördlichen Ende des See's an.

Die nachfolgenden Angaben über das Streichen der vorcambrischen Falten sind, so weit nicht ein anderer Beobachter genannt ist, den Schriften Tscherski's entnommen.

Im Elowskii Chrebet herrscht, wie in den Tunkin'schen Alpen, das sajan'sche Streichen WNW. Noch am Vorgebirge Baklanii, nicht sehr weit S. von der Angara, traf Jatschewski NW. 320—330° in Gneiss, vertical, hierauf schwankend, manchmal fast meridional, Fallen 40° O., dann an der Angara wieder Str. NW. in krystallinischem Kalkstein.[44]

Hierauf folgt die Strecke N. von der Angara, auf welcher die archaischen Gesteine nicht sichtbar sind. Dort, wo sie wieder hervortreten, im südlichsten Theile des Primorskii Chrebet, prägt sich die meridionale Richtung mehr und mehr aus.

An der Mündung der Goloustna (40 Werst N. von der Angara) zeigt der Gneiss Str. NNW. bis N. mit steilen, engen Falten, und diese Richtung hält durch eine längere Strecke an. Dort, wo an der Buguldejka (100 Werst von der Angara) der Primorskii Chreb. an Breite zunimmt, ist bereits das baikal'sche Streichen ONO. oder NO. erreicht, welches von hier an die Insel Olchon und den ganzen Osten beherrscht.

Die baikal'sche Richtung zeigt sich nun, wie auch aus Idjitzki's Beobachtungen zu entnehmen ist, an der ganzen Westseite des Maloe More.[45] Noch viel weiter im Norden, gegen das N.-Ende des See's verzeichnet Tscherski noch zwei über den See streichende Leitlinien, aber einige vielleicht nur örtliche Abweichungen lassen hier kein so bestimmtes Bild des Westufers zu.

Beschränken wir uns auf die genauer bekannte Strecke von Kultuk bis zum N.-Ende des Maloe More, welche etwa

320 Werst (343 Kilom.) lang ist, so finden wir eine westliche (sajan'sche oder WNW. bis NW.) und eine östliche (baikal'sche oder ONO. bis NO.) Hauptregion, die erste bis in den Elowskii Chrebet, die zweite durch Olchon in dieses Gebiet hereintretend, und zwischen diesen beiden Hauptregionen drängen sich die Falten in eine mehr oder minder meridionale Richtung zusammen.

Der Verlauf der einzelnen Falten im Primorskii Chrebet zeigt nach Tscherski's Karte eine sehr leichte Beugung aus diesem mittleren Gebiete her von NO. gegen ONO., so dass beinahe

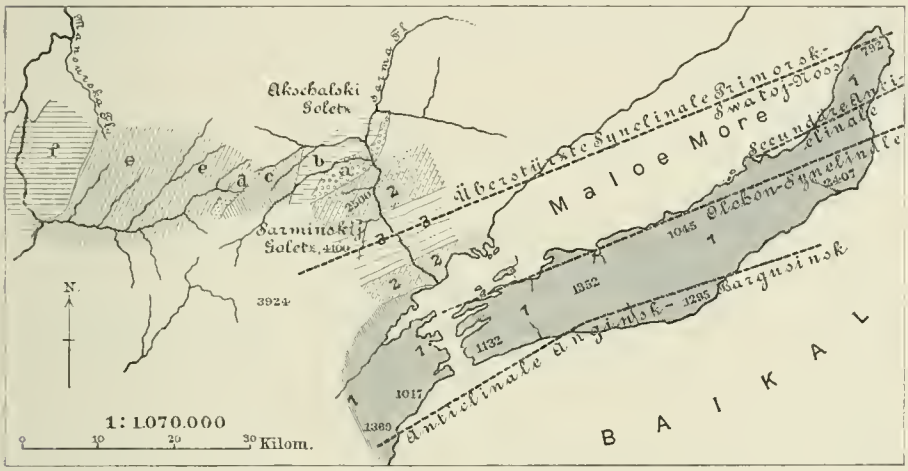


Fig. 4. Die Insel Olchon (nach Obrutschew).

1, 2, 3 archaische Felsarten; *a* bis *e* metamorphische Schiefer; *f* cambrischer Kalkstein.
(Die Höhen in engl. Fuss über dem Spiegel des Baikal.)

die Richtung der Insel Olchon erreicht wird. Von dieser besitzen wir eine neuere Darstellung von Obrutschew. Die Züge von Gneiss, von altem Schiefer und krystallinischem Kalkstein lassen hier das Vorhandensein zweier langer, schräge über den See gegen ONO. streichender Anticlinalen und zweier Synclinalen erkennen. Sie durchschneiden in spitzem Winkel Maloe More und Olchon, und erreichen dann S. von Swjatoi Noss und auf diesem Vorgebirge ganz im Sinne der Vorstellung Kropotkin's das Ostufer und das Gebirge Bargusin.

Die Falten stehen auf Olchon steil aufgerichtet und die Synclinale, welche durch Maloe More streicht, ist, wie Tscherski

erkannte und Obrutschew bestätigt, gegen NNW. überstürzt; ihre Schichten neigen sich gegen SSO.[46]

Die Erfahrungen, welche der Primorskii Chrebet bietet, sind von solcher Bedeutung, dass wir sie in kürzen Worten wiederholen wollen.

In diesem schmalen Horste nähern sich die vorcambrischen Falten der sajan'schen und der baikal'schen Richtung. Ihr vorherrschendes Gestein ist Hornblende-Gneiss. Indem sich die Falten nähern, nehmen sie eine mehr meridionale Richtung an und allem Anscheine nach vereinigen sie sich etwa 50 bis 100 Werst N. von der Angara zu gemeinsamer nordsüdlicher Richtung. Dieser Umstand deutet auf Compression gegen die Axe des Scheitels.

Zugleich ist auf Olchon eine gegen Innen überschlagene Synclinale erkennbar.

Die uralten Scheitelfalten sind demnach gegen Innen gedrängt. Sie sind am Westrande des Primorskii Chrebet durch einen etwa NNO. verlaufenden Bruch abgeschnitten, welcher völlig unabhängig ist von dem Streichen der Scheitelfalten. Dieser Bruch ist aber bestimmend für das Streichen der cambrischen und silurischen Randfalten, welche mit demselben unbeirrt NNO. streichen, aber gerade in dieser Strecke auch gegen Innen, nämlich gegen NW. überschlagen sind.

Auch die Randfalten weisen auf Verengung des Raumes, doch würde die Axe dieser Verengung weiter in West, in der Axe des Amphitheaters von Irkutsk liegen.

Der Ostrand des Primorskii Chrebet, welcher das W.-Ufer des Baikal bildet, ist sammt den Ufern von Olchon von viel jüngerem Alter und ist ein Theil der jüngsten Zerrungs- oder Disjunctiv-Linien des Scheitels.

Berge im Süden des Baikal. Zwischen der Selenga und dem südlichsten Theile des Baikal, dann von hier westwärts bis zu den hohen Bergen, welche nördlich vom See Kossogol liegen, tritt eine Erscheinung hervor, welche dem bisher besprochenen östlichen Theile des Scheitels fremd zu sein scheint. Dies ist das Auftreten von Stücken von Basalt-

Tafeln auf den Höhen vieler der höchsten Goltzi. Man muss nach allen vorliegenden Angaben voraussetzen, dass diese Tafeln älter sind als ein bedeutender Theil der heutigen, tief in die archaische Unterlage geschnittenen Thäler. Auf der anderen Seite haben einzelne Beobachter, und insbesondere Jatschewski, das Herabfliessen einzelner Basaltströme in heutige Thäler und sogar ihre Auflagerung auf dem goldführenden Schwemmlande des Thalgrundes nachgewiesen. Diese scheinbar einander widersprechenden Erfahrungen mögen wohl in der bereits angedeuteten Auffassung ihre Erklärung finden, dass die Periode der basischen Eruptionen in Sibirien einen längeren Zeitraum umfasst. Die jungen Schlackenkegel, welche da und dort angetroffen werden, gestatten uns nicht einmal, diese Periode als abgeschlossen anzusehen.

Auf diese Art ist in diesem Berglande die Thalbildung zu wiederholten Malen abgelenkt und unterbrochen worden. Das bereits erwähnte Auftreten eines Basaltstromes bei Kultuk am S.-Ende des Baikal, sowie die durch dasselbe veranlasste, tiefe und vielfach gewundene Schlucht, mit welcher die Irkuta den Elowskii Chrebet durchschnitten hat, geben hievon, sowie von der Kraft der Erosion in diesen Gegenden ein Beispiel. Nähert man sich, dem Laufe der Irkuta folgend, von oben her dem Beginne der Schlucht, so erreicht man eine Weitung des Thales und gegen Ost führt das verlassene Bett der Irkuta, heute von der Kultuschna durchzogen, durch eine niedrige Wasserscheide unterbrochen, gegen Kultuk hinaus. Sandstein mit Baumstämmen, wahrscheinlich tertiären Alters, und mit Basaltgeschieben ist am Rande dieser Weitung sichtbar, und noch hoch darüber basaltische Lava; diese erreicht bedeutende Höhen über dem Baikal. Terrassen befinden sich in der Weitung bis zur Höhe von 214 M. über dem Baikal und 99 M. über der Irkuta. Die Laven sind es nach Tscherski's Ansicht gewesen, welche die Irkuta abgelenkt haben.[47]

Der Bau der Eisenbahn dringt von Irkutsk her in das Gebiet der Irkuta und durchbricht in ihrer Schlucht den Rücken Syrkusun, dessen archaische Gesteine WNW. und NW. streichen

und auf dessen höchster Kuppe eine Basalt-Decke in 1610 M. (1098 M. über dem Baikal) liegt. Sie erreicht dann längs der Kultuschna in dem einstigem Bette der Irkuta das S.-Ende des See's.[48]

Aus der Beschreibung des Thales der Djida durch Jatschewski ist zu erkennen, dass an der Nordseite der unteren Djida ein Graben vorhanden ist. Er bildet aller Wahrscheinlichkeit nach die Fortsetzung der vereinigten Gräben des Gänse-See's und des Tugnui. Der Fluss selbst durchschneidet einen 218 M. hohen Granit-Rücken, um das breite Thal der Selenga zu erreichen, aber an seiner Nordseite befindet sich oberhalb des Granitrückens ein von O. gegen W. gestreckter Kessel, in dessen Tiefe die beiden See'n Ust-nur und Choitu-nur liegen. Ihr Spiegel ist 40 M. tiefer, als jener der Djida. Granit bildet die S.-Seite des Kessels und Porphyr die N.-Seite; an der Grenze beider wird ein Zug von Basalt sichtbar.

Der Porphyrzug ist noch um 75 Werst weiter aufwärts an der Nordseite der Djida vorhanden.[49]

Ein Querprofil, welches Jatschewski von der oberen Djida zum südlichen Ufer des Baikal führte, gibt folgenden lehrreichen Aufschluss.

Von der Chamnei'schen Karaula an der Djida (933 M.) steigt man durch die Chamnei in Basalt auf. Die höheren Berge bestehen aus Granit, Porphyr und einem wackeartigen Gestein, dann auch aus Kalkstein (Str. NW. 290—320°). Vom Gneiss-Gipfel Ulgyt (Str. 330°) folgt Abstieg zum Fl. Sanginé; in der Thalsohle liegt Basalt. Ein nächster Uebergang in Gneiss (1874 M.) ist um etwa 200—300 M. von felsigen Goltzi überragt; eine äusserst steile, 480 M. hohe Gneisswand führt dann hinab zum Flusse Sneschnaja, und jenseits des Oberlaufes dieses Flusses erfolgt im Thale des Schibe der schwierige Aufstieg zum Schiban'schen Goletz (2041 M.). Hier, im Thale des Schibe, beiläufig in gleicher Entfernung von der Djida und vom See, zeigt der Gneiss nicht mehr sajan'sches, sondern baikal'sches Streichen gegen NO.

Im ganzen Thale Schibe sieht man keinen Basalt, aber der Gipfel des Goletz ist von einer Basalt-Decke gebildet, welche

an der Nordseite nur 20—30 M. mächtig ist. Weithin eröffnet sich der Ausblick über zahlreiche ähnliche Tafelstücke; sie zeigen alle annähernd dieselbe Höhe und nur weit gegen SO. 110° erblickt man einen scharfkantigen höheren Gipfel, welchen die Führer Chorin-choite-dolge, d. i. das Ohr des schwarzen Hundes nennen, dessen genauere Lage aber nicht ermittelt werden konnte. Ergiessungen der Basaltströme schienen hier hauptsächlich in südliche Thäler erfolgt zu sein. Begnügen wir uns nur damit, zu sagen, dass vom Schibe an das baikal'sche Streichen anhält, jedoch an einer Stelle, am Chonchobi-Daban, Gneiss mit schiefrigem Quarzit, senkrecht stehend, die Ost-West-Richtung erreicht. Weiterhin am Flusse Studianka ist das Streichen unveränderlich NO.

Jatschewski fasst seine Beobachtungen dahin zusammen, dass dieses Gebirge, sanft gegen Süd, sehr steil gegen Nord abfallend, aus zwei scharf getrennten Gebieten besteht, einem nördlichen mit Str. NO., und einem südlichen mit Str. NW.[50]

Um die ausserordentlichen Leistungen unserer russischen Fachgenossen richtig zu beurtheilen, und um zugleich den Maasstab nicht aus dem Auge zu lassen, welcher bei Vergleichen festgehalten werden muss, mag daran erinnert sein, dass die Länge dieses Profils von der Chamnei'schen Karaula bis zum Südufer des Baikal 130 Kilom. beträgt und daher beiläufig der Entfernung von Pallanza bis Luzern gleich ist. Erinnern wir, dass noch weiter gegen Nord, am Tunnel von Syrkusun, sajan'sches Streichen sichergestellt ist. Diese Beobachtungen zeigen an, dass wenig Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, im Süden des Baikal jenes innerste, durch meridionales Streichen ausgezeichnete Gebiet des Scheitels wieder anzutreffen, dessen muthmaassliche Spuren an den Abhängen des Primorskii Chrebet beschrieben worden sind. Die Art, in welcher das baikal'sche (NO. bis ONO.) Streichen, welches den ganzen Osten des Scheitels beherrscht, und das sajan'sche Streichen (NW. bis WNW.), welches den ganzen Westen auszeichnet, im Süden des Baikal sich treffen oder vereinigen, ist heute noch nicht völlig zu übersehen. Es geht aus Obrutschew's Zusammen-

stellung deutlich hervor, dass das baikal'sche Streichen im Chamar-Daban am rechten Ufer der Selenga vorhanden ist, ferner dass es in der Fortsetzung des Horstes Zagan-Daban im Chreb. Borgoiskii auf das linke Ufer dieses Flusses übergreift und ebenso in Fortsetzung des Zagan'schen Horstes in den Gebirgen an der Südseite der Djida über die Selenga greift. Aber zugleich zeigt sich, dass Abweichungen im sajan'schen Sinne schon viel weiter in NO. vorkommen, so insbesondere in gewissen Theilen des Chamar-Daban.[51] Das Schondagar'sche Gebirge, welches im Südosten des Baikal beiläufig im Meridian der muthmaasslichen Region der grössten Compression liegt, ist, wie mir Herr Obrutschew mittheilt, in so hohem Grade und in so mannigfaltiger Weise gestört, dass irgend eine herrschende Richtung des Streichens dermalen kaum genannt werden kann.

Die eben erwähnten Beobachtungen Jatschewski's haben uns nun zwischen dem Südende des Baikal und der mongolischen Grenze zwei grosse und fast gleich breite Zonen kennen gelehrt, deren nördliche das baikal'sche und deren südliche das sajan'sche Streichen zeigt. Das nördliche Gebiet ist schwer nach West zu verfolgen. Nur an der mittleren Tibelti (r. Zufluss der Irkuta) erwähnt Tschekanowski noch Gneiss mit Str. ONO.; sowohl bei Kultuk aber, wie gegen NW. in der Schlucht der Irkuta und gegen W. unweit Tunkinsk ist allenthalben sajan'sches Streichen nachgewiesen.[52]

Der Ost-Sajan. Der Sajan wird in der Regel als ein hakenförmiger Gebirgszug dargestellt, dessen beide Aeste, Ost-Sajan oder Ergik-targak-taiga, und West-Sajan oder Chabin-dabata, gegen Nord convergiren und sich ein wenig östlich vom 69. Meridian vereinigen. Die neueren Erfahrungen stehen mit dieser Darstellung nicht im Einklange, und die beiden genannten Aeste des Sajan werden hier als von einander verschiedene Gebirge aufgefasst werden. In der That erkennt man, dass der Ost-Sajan eine selbständige Fortsetzung über 69° ö. L. hinaus in gleichbleibender Richtung gegen WNW. besitzt. Auf dieser Fortsetzung erreicht z. B. nach Idjitzki noch der Uebergang von der Kana zum Kleinen Agul 2393 M. Diese Fort-

setzung zeigt in den Schneegebirgen an der oberen Kana mehrere Gipfel von über 6000 Fuss, zieht dann mit abnehmender Höhe, beiläufig in der Richtung des Flusses Mana, als ein Gebirge von ansehnlicher Breite fort, wird vom Jenissei nahe südlich von der Stadt Krasnojarsk durchschnitten, bildet noch jenseits des Jenissei die Gremjatschin'schen Höhen und taucht endlich unter die jungen Ablagerungen der Ebene hinab, ohne die Poststrasse bei Atschinsk zu erreichen.

Hier erst entschwindet den Augen die beinahe ein Tausend Werst lange Linie des Ost-Sajan.

Nur vom Ost-Sajan oder Ergik-targak und seiner Fortsetzung, nicht vom Chabin-dabata, soll in diesem Abschnitte gesprochen werden.

Die Höhen sind viel bedeutender als in Sabaikalien, die Felsarten sind aber ähnliche. Eine untere Abtheilung besteht aus Gneiss, Granit und Hornblendgesteinen, eine obere gleichfalls aus gneissartigen Gesteinen, aus Glimmer-, Talk- und Chloritschiefer, aus Serpentin, ferner aus dem Baikalitfels, d. i. pyroxenführendem körnigem Kalkstein, welcher in grösserer Ausdehnung auftritt. Intrusionen von jüngerem Granit und Syenit, Gänge von Diorit treten hinzu und an vielen Stellen die basaltischen Laven.

Aus der Gegend des Goletz Schibe, welchen wir durch Jatschewski kennen gelernt haben, zieht hohes Gebirge als die Wasserscheide zwischen Selenga und Irkuta gegen WNW. und bildet nahe dem nördlichen Ende des See's Kossogol den höchsten Gipfel des Ost-Sajan, den 3405 M. hohen Munku Sardyk. Von demselben ausgehend vermittelt der Nuchu-Daban, welcher die Irkuta von der Oka trennt, die Verbindung mit den Tunkin'schen Alpen. Gegen NNW. führt die Höhe des Iltei-Daban zu den Kitoi'schen Alpen. Gegen WNW. setzt der Ergik-targak als die Wasserscheide zwischen Angara und Ulu-chem fort, an vielen Punkten 7000 Fuss übersteigend.

Munku Sardyk ist nur von Süden her zugänglich; Radde ist bis auf etwa 60 Fuss unter dem Gipfel gelangt; Peretoltschin hat ihn im J. 1896 erstiegen. An der Zusammensetzung seiner südlichen Vorberge nehmen basaltische Laven Antheil.

Ein Stück eines ausgedehnten Ergusses bildet den Tafelberg Jangit; merkwürdiger Weise wird hier baikal'sches Streichen ONO. in den alten Felsarten des Jangit bemerkt. Radde überstieg den Jangit und traf Kalkstein und Granit, in grösseren Höhen Granit und Syenit.[53] Jatschewski macht aufmerksam, dass die Berge im Osten des Kossogol sich nur 200 bis 250 M. über den See, dessen Spiegel in etwa 5300′ (1615 M.) liegt, er-

Fig. 5. Goletz von basischen Laven gekrönt.
Rechtes Ufer des Flüsschens Zagan-Chari (l. Zufl. d. Kitoi; östl. Theil der Goltzi an der Ospa).

(Nach einer von Hrn. Jatschewski freundlichst mitgetheilten Photographie.)

heben, während die Berge im Westen um ein Vielfaches höher sind. Das westliche Ufer dürfte einem Bruche entsprechen. Der N. Theil des See's liegt in Granit und krystallinischem Schiefer, der S. Theil in Kalkstein, und es wird sich später zeigen, dass dieser Kalkstein weit gegen das Tannu-ola-Gebirge fortsetzt. Basalt und Trachyt erscheinen an mehreren Stellen in der Nähe des See's.[54]

Tscherski hat vor Jahren erkannt, dass in den dem Munku Sardyk gegen Nord vorliegenden Hochgebirgen die äussere

Gestalt nicht mit dem Baue übereinstimmt. Die Thäler sind durch Erosion entstanden und durchschneiden das vorherrschend, doch nicht ausschliesslich, gegen WNW. bis NW. gerichtete Streichen. Dabei werden zuweilen auf den hohen Rücken zwischen den Thälern schräge, firstformige Kämme erzeugt, welche dem Streichen der Gesteine entsprechen. In den Tunkin'schen Alpen erreichen viele Gipfel 8000 Fuss und die Kitoi'schen sind noch höher.[55]

In dem Gebiete der letzteren hat Tscherski auf dem Munku-Sagan-Chardyk (oder Ospinskii Goletz) zuerst zu seinem Er-

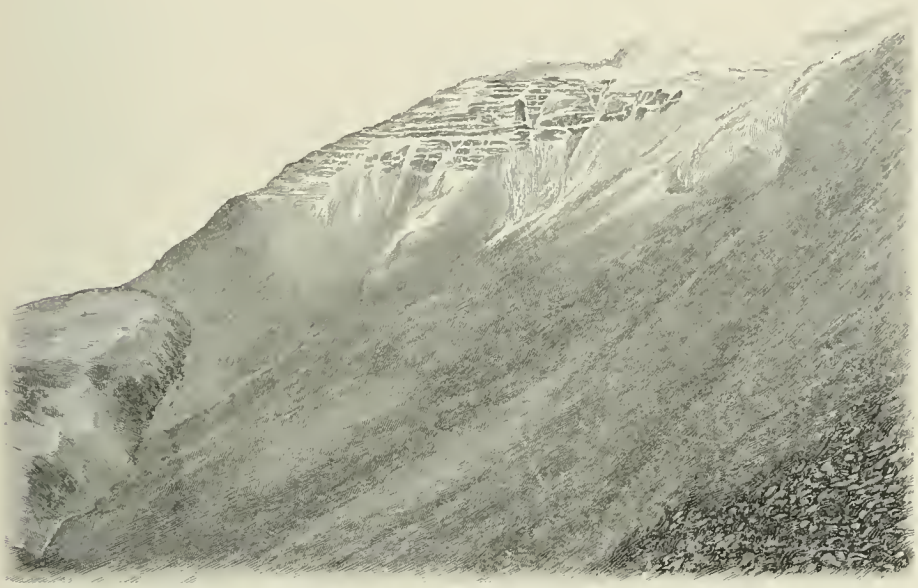


Fig. 6. Hochliegende, wiederholte Basaltdecken im Quellgebiete der Ospa (zum Theile von Schnee bedeckt).

(Nach einer von Hrn. Jatschewski freundlichst mitgetheilten Photographie.)

staunen die hochliegenden Laven gesehen. Die Besteigung wurde in Begleitung Hartung's versucht. In 945 M. wurde die Ospa gekreuzt; in 2050 M. erreichten sie die Sommer-Jurten der Sojoten. Ueber Chlorit- und Talkschiefer, grünsteinartige Felsarten und körnigen Kalkstein gelangten sie in beträchtlicher Höhe zu zwei Höhlungen, die zu einem, vom Thale aus unterscheidbaren dunkeln Zacken führten. Hier liegt in 2584 M. auf den Schichtköpfen des Kalksteins ein Conglomerat von nicht

abgerundeten Blöcken, darunter auch solchen von dunkler Lava. Ueber demselben folgt basaltische Lava, welche den ganzen Zacken bildet. Horizontale Schichtung zeigt die Spuren von mindestens acht Ergüssen.

Von einem Gesimse dieser Lava in 2640 M. blickten die Wanderer nordwärts gegen das Thal der Ospa und erkannten in dem Chaos von Gipfeln Tafelberge, welche eine gemeinsame Ebene horizontal geschichteter Laven bilden, in einer grösseren Höhe als jene der Beobachter, und tief durchschnitten und getrennt durch die heutigen Thäler.

Die Höhe der dunkeln Zacken wurde auf 9462 bis 9662 Fuss (etwa 2914 M.) geschätzt. Der höchste Gipfel der Bergmasse erschien von der Ferne als eine Schneekuppe zwischen einer Krone von Zacken.[56]

Es ist dasselbe Schauspiel, welches südlich vom Baikal erwähnt worden ist.

NW. von diesem Gipfel und von den Kitoi'schen Alpen liegt der hohe Botugol'sche Goletz, und in seiner unmittelbaren Nähe, mitten in der Wildniss, befindet sich der einstige Graphit-Bergbau des unternehmenden Franzosen Hrn. Alibert. Es ist eine Intrusion von Syenit in Kalkstein vorhanden, und der Graphit liegt im Contacthofe.[57]

Südlich von dieser Stelle bemerkt man den Beginn einer wohl durch 300 Werst zu verfolgenden, hochliegenden Längsfurche, welche die Wässer des nahen Nordabhanges des Ost-Sajan sammelt und, durch secundäre aber hohe Wasserscheiden zertheilt, in die grossen, nordwärts gerichteten Querthäler der Oka, Ja und Uda abgibt.

Wo die Oka, ein Knie bildend, aus dem Längenthale in das Querthal übergeht, liegt in 4300 Fuss die Okin'sche Karaula. Hier kömmt im Thale des Nebenflusses Djumbulak, zwischen Abhängen von Granit und Kalkstein, vom Hochgebirge her ein basaltischer Lavastrom bis in das Thal der Oka, 25 Werst von der Karaula, herab. In der Höhe von 6200', im Quellgebiete des Flüsschens Chikuschka, wo die bis 7200' reichenden Felswände aus Kalkstein, der Thalgrund aber aus Lava bestehen,

traf Kropotkin einen etwa 400 Fuss hohen Kegel mit trichterförmiger Vertiefung, welcher Schlacke und poröse Lava zeigte. Ein benachbartes Thal birgt einen ähnlichen Kegel. Kropotkin hielt beide für Ausbruchstellen.[58]

Weiter gegen NW. sind die inneren Theile des Hochgebirges wenig bekannt, aber aus dem Baue der Vorketten, so weit er durch Hofmann und Idjitzki, namentlich an der Uda, erforscht ist, lässt sich vermuthen, dass das allgemeine Streichen auch hier gegen NW. oder WNW. gerichtet ist.[59] Namentlich hat Hofmann noch weit im Innern des Gebirges Str. WNW., hor. $7^1|_2$ in dem aus Kalkstein und Grünstein, dann aus Talkschiefer, Porphyr und Porphyr-Breccien gebildeten Thale der Kamenka, eines hochgelegenen Quellflusses des Kulas (l. Zufl. der Birjussa), zwischen 96° und 97° ö. L. angetroffen, d. i. in der Nähe jenes Gebietes, in welchem die Beugung des Ost-Sajan zum West-Sajan angenommen worden ist.[60]

Die Südseite des Ost-Sajan ist von der Nordseite sehr verschieden. Einen palaeozoischen Saum oder auch nur einen einigermaassen gleichförmigen Abhang wie an der Nordseite sieht man nicht. Es sind allerdings bis zum Chabin-dabata drei grosse Quellgebiete zu unterscheiden, aber dieselben liegen so hoch, dass sie mehr den Eintiefungen in einem gemeinsamen Hochlande gleichen, welches den Ost-Sajan mit den südlicher liegenden Höhen der Mongolei verbindet.

Das erste Gebiet ist jenes des See's Kossogol, von welchem bereits gesprochen wurde. Sein Spiegel liegt, wie gesagt, in 5300′.

In dem zweiten Gebiete liegt, von den südlichen Gehängen des Ost-Sajan umgeben, über 5000′ hoch, der See Dod-nor mit dem kleineren Turgo-nor, beide nach Potanin von basaltischer Lava umkränzt, welche sich jedoch nicht in die Umgegend ausbreitet. Felsen von Schiefer und Kalkstein ragen aus der Lava hervor und umgeben sie. Der Schischkil, d. i. der oberste Jenissei, fliesst, indem er den Dod-nor verlässt, über Lava.[61]

Das dritte Gebiet, die weite Urjanchai'sche Mulde, umfasst die Zuflüsse des Bei-chem, welcher durch den Ulu-chem gleichfalls zum Jenissei fliesst. Diese Mulde, welche den Raum

zwischen dem östlichen und dem westlichen Sajan unserer Karten darstellt, ist durch Krylow und Saitzew bekannt geworden, und wird bei Beschreibung des obersten Jenissei nochmals zu betrachten sein. Auf dem Hauptzuge des Ost-Sajan zeigt sich hier der mächtige Ulu-taiga mit schroffen Gipfeln; Krylow sah ihn im Monate August bis zu seinen südlichen Vorbergen herab mit Schnee bedeckt. Diese Vorberge bestehen, so weit sie bekannt sind, aus Gneiss (Quellgebiet des Assas, 2214 M.) und aus Granitit (Gipfel Oiba-taiga im Quellgebiete des Chamsar, 2066 M.). In den Höhen des Assas erscheint auch Melaphyr. Gneiss und Granit reichen tief in die Thäler herab. In tieferen Theilen der Mulde bildet (in 1122 M.) Quarzporphyr am Assas viele Höhen; Basalt tritt am Fl. Jissuk (in 1167 M.) hervor. Gneiss kennt man am unteren Assas noch in 924 M.[62]

Die hohen Berge, welche über 96° ö. L. hinaus in der sajan'schen Richtung WNW. die wahre Fortsetzung des Ost-Sajan und zugleich die Wasserscheide zwischen Tuba und Kana bilden, wurden durch Klemenz und insbesondere durch Idjitzki genauer bekannt. Gegen Nord, nämlich gegen die Flüsse Agut und Kunguss, tritt Porphyr in grösserer Ausdehnung hervor, aber die hohen, gegen WNW. ausgestreckten Rücken und Goltzi bestehen vorherrschend aus Gneiss und hornblendeführendem Granit. Auf dem nackten Rücken der Kan'schen Bjelogorje (2020 M.) und auf dem höchsten beschriebenen Punkte, dem Uebergange von der Kana zum kleinen Agut (2393 M.) werden quarzitische Felsarten erwähnt.[63]

Die Odinskoje Bjelogorje und ihre granitischen Fortsetzungen führen in das Flussgebiet der oberen Mana. Bogdanowitsch und sein Mitarbeiter haben eine Karte dieser Gegend veröffentlicht. Hier zeigt sich die Fortsetzung des Streichens gegen WNW. bis NW. quer über den Jenissei.[64] In diesem westlichsten Theile der Fortsetzung des Ost-Sajan mehren sich Granite und Porphyre, welche muthmaasslich jüngeren Intrusionen entsprechen.[65] Jenseits des Jenissei setzen die Granite noch gegen NW. fort und werden endlich von den jungen Sedimenten verhüllt.[66]

Es ist nöthig, einen Blick auf die Randfalten im Norden des Ost-Sajan zu werfen.

Die südlich vom Granitstocke von N.-Udinsk auftretenden Randfalten wurden bereits erwähnt.[67] Dann folgt dem Rande entlang eine Reihe von Salzvorkommnissen in rothem Gestein, welche von mehreren Beobachtern für Devon gehalten werden. Es muss späterer Entscheidung überlassen bleiben, ob sie, wie es wahrscheinlich ist, den silurischen Salzvorkommnissen anderer Theile der grossen Tafel, oder den W. von hier, in Minussinsk, bald zu erwähnenden, in der That devonischen und gleichfalls roth gefärbten salzführenden Sedimenten zuzurechnen sind. Weiterhin erreicht der Rand des Amphitheaters in der Richtung auf Krasnojarsk eine schmale Unterbrechung oder Ausbuchtung, und dort, wo der N. Gebirgsrand des verlängerten Ost-Sajan bei Krasnojarsk vom Jenissei geschnitten wird, trifft man in der Nähe dieser Stadt und ausserhalb des sonst ziemlich regelmässigen Umrisses des Amphitheaters, bei dem Flecken Torgoschino, cambrischen Kalkstein.

Bogdanowitsch gibt zu, dass der Kalkstein von Torgoschino einem weit aus SO. herstreichenden Kalkzuge angehöre, welcher am Jenissei durch eine Verwerfung abgeschnitten ist. Der Kalkstein ist sammt der unterliegenden Grauwacke in NW. streichende Falten gelegt; diese Falten nehmen am Jenissei selbst, nahe oberhalb Krasnojarsk, monoclinalen Bau an mit Entwicklung des südlichen Flügels.

Diese Angaben möchten auf Schuppenbildung mit Bewegung gegen NO., daher auf Fortsetzung der Structur der Randfalten hindeuten. Ich wiederhole aber, dass sie ausserhalb des Umrisses des Amphitheaters liegen und N. von Torgoschino sieht man wieder die archaischen Gesteine des mittleren Jenissei. Es mag vielleicht ein alter Graben sein, welcher eine Ausbuchtung des Amphitheaters veranlasst. Das cambrische Alter des Kalksteins von Torgoschino hat Toll nachgewiesen; die Gattungen Olenoides und Archaeocyathus treten in demselben auf.[68]

Den vorliegenden Erfahrungen ist zu entnehmen, dass der Ost-Sajan durch das eigenthümliche Zusammentreten der sajan'-

schen und der baikal'schen Falten mit dem sabaikal'schen Stücke des Scheitels untrennbar verbunden ist. Diese Verbindung wird auch in orographischer Bezeichnung durch die Berge im Süden des Baikal, ferner durch das Elow'sche Gebirge, die Tunkin'schen und Kitoi'schen Alpen hergestellt. Der Ost-Sajan zeigt auch, soweit die Erfahrungen reichen, dieselben archaischen Felsarten wie Sabaikalien, gleichfalls durchbrochen von jüngeren Stöcken von Granit und Porphyr und von basischen Laven, welche bald auf der Höhe des Gebirges, bald in der Tiefe der Thäler sichtbar sind.

Ein Unterschied tritt insoferne hervor, als im Osten der Rand des Amphitheaters quer über die Falten schneidet, während er hier mehr mit dem sajan'schen Streichen übereinstimmt, und daher der Verlauf der Randfalten, soweit er bekannt ist, mit dem Streichen der archaischen Falten übereinstimmt.

Der Ost-Sajan oder Ergik-targak ist ein sichtbar gebliebener südwestlicher Theil des Scheitels und er verbindet sich gegen Süden mit den mongolischen Bergen in gleicher Weise wie Sabaikalien. Nur in dem westlichen Theile seiner Fortsetzung, bei Krasnojarsk, treten Erscheinungen auf, deren endgiltige Klarstellung von weiteren Beobachtungen abhängig bleiben muss.

Diese Verhältnisse erklären sich durch die Voraussetzung, dass das Amphitheater von Irkutsk ein alter Einbruch des Scheitels ist, und dass die NS.-Axe dieses Einbruches westlich liegt von dem Gebiete der Begegnung der baikal'schen und der sajan'schen Falten.

Die Bedeutung, welche auf unseren Landkarten der nach Nord convexe Bogen oder Haken erhalten hat, welcher sich aus der Vereinigung von Ost-Sajan und West-Sajan ergibt, mag aus einer Zeit herstammen, in welcher in diesen entfernten Ländereien die Linien der grossen Wasserscheiden als politische Grenzen gewählt worden sind, und die Benennung der politischen Grenze gefolgt ist.

Der Horst am Jenissei. Zwischen Kansk und Krasnojarsk, an beiden Ufern der Kana, zeigen sich wieder die Gneisse,

Hornblendegesteine und Granite des Ostens. Tscherski wusste bereits, dass an der Kana alte Felsarten mit NW. Streichen vorhanden seien. Bogdanowitsch betont, dass ihr Auftreten in breiten Rücken verschieden sei von jenem der intrusiven Granite in dem nahen Höhenzuge S. von Krasnojarsk, welcher hier als die westliche Fortsetzung des Ost-Sajan aufgefasst worden ist, und dass sie mehr gleichen jenen des Hochgebirges an den Quellen der Mana. Diese alten Felsarten erreichen nun den Jenissei.[69]

Den Bemühungen Jatschewski's verdankt man Kenntniss von dem merkwürdigen Gegensatze, welcher von Krasnojarsk abwärts zwischen beiden Ufern dieses grossen Stromes besteht. Auf dem linken Ufer breiten sich die tertiären lignitführenden Schichten weit und breit aus, und befinden wir uns bereits in der Niederung des Ob. Auf dem rechten Ufer hebt sich steil das uralte Felsengebirge, im Süden mit einzelnen Vorgebirgen über den Jenissei hinaus in's Flachland ragend. Weiter im Norden nimmt das rechte Ufer die Merkmale eines Bruches an.

Nördlich von der Kana beträgt der Abfall des alten Gebirges am Ufer des Jenissei etwa 100 M., und der Rücken erhebt sich gegen O. allmählig zu 350 M. über dem Flusse, d. i. mehr als 400 M. über dem Meere. Man sieht Granit und Gneiss, letzteren vertical, Str. 320° NW. Die Breite mag wohl 50 Werst erreichen. Gegen Ost schliessen sich palaeozoische Sedimente an.[70]

So nähern sich die alten Felsarten der Mündung der Angara, ohne jedoch dieselbe zu erreichen. An ihrem rechten Ufer erscheint, wie bereits gesagt worden ist, gefalteter Kalkstein, Str. 335° NW., mit Gängen eines jüngeren Granites.[71]

Man wusste seit längerer Zeit durch Hofmann, dass am Pit und den nördlich von seiner Wasserscheide gelegenen Zuflüssen der Steinigen Tunguska Gneiss und Thonschiefer vorhanden seien mit beständigem Streichen gegen NW., aber erst aus Jatschewski's wichtigem, im Jahre 1894 veröffentlichten Bericht über den Nord-Jenissei'schen Bergbezirk ist der Zusammenhang und die Bedeutung dieser Vorkommnisse für den Bau Sibirien's erkennbar.[72]

Auf eine Strecke von 500 Werst, von einer Stelle unweit unterhalb der Mündung der Angara bis zum Dorfe Ossinovoi oberhalb der Mündung der Steinigen Tunguska, sieht man auf der linken Seite des Jenissei nur junges Schwemmland, während das rechte Ufer von einem meistens etwa 100 Fuss hohen felsigen Ufer gebildet wird. Vom Jenissei gegen Osten erhebt sich das Land zu einem 200—250 Werst breiten Rücken, welchem noch weiter gegen Ost ein Tafelland von geringerer Höhe und abweichender Beschaffenheit folgt. Wir nannten bereits den Tafelberg Enaschimskii Polkan; er liegt 100 Werst O. vom Jenissei; von ihm geht die Wasserscheide zwischen der Teja und Tschana aus, welche gegen N. zur Steinigen Tunguska fliessen, und andererseits dem Pit und den anderen Zuflüssen des Jenissei. Westlich vom Enaschimskii Polkan, in den Thälern des Pit, der Kija und der anderen Zuflüsse des Jenissei sieht man Gneiss, Granit, auch körnigen Kalkstein, Str. 330°—340° NW. Es scheint demnach, dass im westlichen Theile des Scheitels sich das Streichen aus WNW. etwas mehr gegen NW. wendet, wie auch jenseits des Baikal im östlichen Theile des Scheitels die Richtung aus ONO. vorherrschend NO. zu werden scheint.

Diese NW. streichenden Felsarten beweisen durch ihre sajan'sche Richtung zugleich auf das Deutlichste die Zugehörigkeit des Ost-Sajan zum Scheitel. Sie bilden den ganzen Abfall am rechten Ufer des Jenissei, welchen Jatschewski als einen Bruch ansieht. Oberhalb Ossinovoi, bei den 70 Inseln, setzen sie über den Fluss und finden, wie bereits erwähnt worden ist, jenseits desselben im Gebiete des Tass Fortsetzung; auch hier streichen sie NW. Der Jenissei aber tritt in ein Querthal ein, dessen Richtung der Fortsetzung des Abbruches entspricht.

An den Ost-Abhang dieses breiten Rückens alter Felsarten, den wir mit Jatschewski den Horst am Jenissei nennen, schliessen sich die Randfalten des Amphitheaters. Wir haben sie bereits an den Mündungen der Angara, der Steinigen und der Unteren Tunguska kennen gelernt. Hieher gehört auch die von Meister beschriebene NW. streichende Anticlinale im Quellgebiete des Uderej.[73]

Rückblick. Auf die Gefahr hin, Manches zu wiederholen, mag aus dem Gesagten das Nachfolgende hervorgehoben werden.

Die bisher erwähnten sichtbaren Theile des alten Scheitels umfassen ganz Sabaikalien bis zum grossen Chingan mit dem Hochlande am Witim, dem Hochlande am Patom und dem jenseits des Baikal gelegenen Primorskii Chrebet, ferner alle südlich vom Baikal-See gelegenen Gebirge, den Stock des Munku-Sardyk, den ganzen Ost-Sajan sammt seiner Fortsetzung bis über Krasnojarsk, die archaischen Felsarten an der Kana und längs des Jenissei, den N. von der Angara gelegenen Horst am Jenissei und die Gegend am oberen Tass.

Ihre höchsten Gipfel sind Munku-Sardyk und Sochondo.

Dieses ganze Gebiet besteht aus archaischen und da und dort aus eruptiven Felsarten mit wenigen Schollen jüngerer Süsswasserbildungen und ohne jede fossilführende Meeres-Ablagerung mit Ausnahme von devonischen Schichten in der äussersten Peripherie des Südostens.

Die archaischen Felsarten sind gefaltet und die Faltung ist von vorcambrischem Alter. Sie streicht im Osten nach SW. bis WSW. und im Westen nach SO. bis OSO.; die erste Richtung heisst die baikal'sche und die zweite die sajan'sche Richtung. Beide vereinigen sich gegen die Mitte. Das baikal'sche Streichen wurde an der Lena bis 60° n. Br. und am Argun bis 119 oder 120° ö. L. erkannt, und das sajan'sche Streichen sieht man am Jenissei bis 66° n. Br. (mit Zuziehung von Lopatin's Angaben bis 68°) und bis 93° ö. L. Nach Süden wurden sie bisher beiläufig bis 50° n. Br. besprochen.

An der Westseite des Baikal, im Primorskii Chrebet, scheint es, als würden beide Richtungen, zu beiden Seiten mehr und mehr gegen Nord streichend, sich in einer mittleren NS. Axe vereinigen und als wäre gegen die Mitte Compression eingetreten. Auch ist auf Olchon eine nach Innen überfaltete Synclinale sichtbar. Im Süden des See's scheint es vielmehr, als würden beide Richtungen mehr oder minder bogenförmig in einander greifen, doch ist auch hier die Sachlage keineswegs geklärt.

Der Osten des Scheitels ist durch sehr lange Gräben in

lange mehr oder minder parallele Horste zertheilt. Diese Gräben folgen bald auf lange Strecken den baikal'schen Falten, bald durchschneiden sie dieselben. Es ist, als wäre der alten Faltung eine Spannung oder Zerrung in annähernd ähnlicher Richtung nachgefolgt. Junge Laven und Kratere deuten an, dass dieser Vorgang der Disjunction nicht abgeschlossen ist. An der Selenga sind drei keilförmige Senkungsfelder entstanden, und zwar am Gänse-See, am Tugnui und am Chilok. Derselbe Vorgang greift in das Thal der Djida über. Der Baikal-See selbst besteht aus zwei See'n, welche durch die Verlängerung des Bargusin-Horstes über Swjatoi Noss und Olchon von einander getrennt sind. Er dürfte durch einen ähnlichen disjunctiven Vorgang während der mittleren Tertiär-Zeit, und zwar vor der sarmatischen oder doch der pontischen Phase des mittleren Europa gebildet worden sein.

Ein grosser Theil der westlichen Hälfte des Scheitels wurde in früher Zeit versenkt und auf diese Weise das Amphitheater von Irkutsk gebildet. Aus der Beschaffenheit der Randfalten des Amphitheaters wurde auf spätere Verengung dieses Raumes geschlossen. Diese Ansicht wird wesentlich unterstützt durch das Erscheinen der gegen Innen überschlagenen Falte auf Olchon, obschon diese letztere einer weit älteren Zeit angehört.

Hoch auf den archaischen Goltzi liegen die Schollen basischer Decken, welche älter sind als die Thäler. Andere basische Laven ergiessen sich in die Thäler. Die grosse Verbreitung dieser Laven ist dem Scheitel gemein mit dem Tafellande.

Minussinsk und West-Sajan. An den Südwesten des Gebirgszuges, welcher hier als die Fortsetzung des Ost-Sajan angesehen wird, schliesst sich ein Landstrich von abweichender und eigenartiger Beschaffenheit. Im Süden ist er abgegrenzt durch den West-Sajan, im Westen durch den Kusnetzkii-Alatau und dessen Vorberge. Nur gegen Nordwest gelangt er zwischen Atschinsk und Mariinsk in Verbindung mit dem nördlichen Flachlande. Er wird von Süd gegen Nord vom Jenissei durchströmt, welcher hier von der linken Seite den Abakan und von der rechten die Tuba, zwei mächtige Zuflüsse, aufnimmt. Beiläufig in der Mitte dieses Landstriches liegt die Stadt Minussinsk.

Schon das äussere Bild der Landschaft befremdet. Klemenz führt uns in seiner trefflichen Schilderung desselben auf einen der Vorberge des West-Sajan in etwa 52°45′ am rechten Gelände des Jenissei, innerhalb seines zweiten grossen Buges gelegen. Gegen Süd erblickt man breite Rücken, durchschnitten von einem Labyrinth von tiefen Thälern, reich an Wasser, bedeckt von dichtem Walde und überragt von den schneeigen Gipfeln des W.-Sajan. Gegen Norden dagegen breitet sich an der linken Seite des Jenissei eine weite Steppe aus, die, von oben her betrachtet, für den ersten Blick als eine Ebene erscheint und erst bei näherer Prüfung sich in wellige Züge auflöst. In der Ferne ist sie begrenzt durch die bläulichen Umrisse des Höhenzuges Saksar, welcher vom Alatau schräge zum Jenissei herüberstreicht. Unsere nähere Umgebung ist üppiges Waldesgrün, die Steppe dagegen von gleichförmig gelblich-grüner Färbung. Diese ist ein vereinzeltes Stück ‚mongolischer Landschaft auf sibirischem Boden'.[74]

Zahlreiche Salzsee'n und Bittersee'n, auch süsse See'n sind über die Steppe und auch über die N. vom Saksar ausgebreitete Landschaft vertheilt.

Dieses sind die Kennzeichen des Minussin'schen Zwischengebietes, welches zwei von einander verschiedene Elemente des asiatischen Gebirgsbaues, den alten Scheitel im Osten und die zum Altai gehörigen Berge im Westen, von einander trennt. Diese Kennzeichen sind hauptsächlich begründet durch die devonische Transgression. In der Schichtenreihe, welche die Niederung bildet, liegt nach Klemenz zu unterst grüner Schiefer; ihm ist rother Schiefer aufgelagert mit Conglomerat; hierauf folgen kalkige Lagen mit Spirifer Anosoffi und jener mitteldevonischen Fauna, deren Aehnlichkeit mit den Vorkommnissen des Ural Tschernyschew hervorgehoben hat.[75] Diese sind bedeckt von rothem, auch braunem Sandstein, Mergel und Thon mit Salz und Gyps, und dem Bereiche dieses Horizontes gehören die Salz- und Bitter-See'n an. In den obersten Schichten liegen Lepidodendr. Veltheimianum, Bornia radiata und andere Pflanzen des europäischen Culm. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, dass die Salz-Ablagerungen bereits dem Culm zuzuzählen seien.

Die Breite des Devon der Niederung erreicht wohl 100 Werst. Jüngere Ablagerungen als Culm sind mit Ausnahme der Flussterrassen nicht bekannt. Augit- und Diabas-Porphyrite erscheinen im Devon, aber sie reichen nicht in den Culm.

Der Bau von Minussinsk ist der Gegenstand jahrelanger Beobachtungen von D. Klemenz gewesen, und dieser erfahrene Forscher hat meine Studien über dieses Gebiet in ganz besonderer Weise unterstützt, indem er die Güte hatte, mir persönliche Unterweisung zu geben und mir die Auszüge aus seinen nicht veröffentlichten Tagebüchern für den ganzen Westen und Südwesten der Umrandung zu übersenden.[76] Ferner besitzen wir werthvolle Arbeiten von Bogdanowitsch und Jaworowski.[77]

Das Devon der Niederung ist in breite und offene Falten gelegt. Diese Falten sammeln sich gegen Nord zu bogenförmigen Linien, welche concav sind gegen Nord. Nördlich von der Stadt Minussinsk, von der Mündung der Tuba in den Jenissei abwärts bis zur Mündung des Sissim, d. i. durch etwa 120 Werst, zählt Jaworowski sieben solcher hufeisenförmig streichender devonischer Falten, welche der Jenissei quer durchschneidet. Nur in dem nördlichsten Theile dieser Strecke, wo der Strom gegen ONO. fliesst, liegt er im Streichen einer solchen Falte.

Diese Anlage erinnert an die hufeisenförmigen Falten der Angara-Serie in der Mitte des Amphitheaters von Irkutsk.

Der westliche Rand des Gebietes gegen den Kusnetzkii Alatau ist von einzelnen Vorbergen oder Aesten des Alatau durchschnitten.

Ein langer devonischer Faltenzug, auch von Granit begleitet, zieht vom Alatau in fast nördlicher Richtung bis in die Gegend SW. vom grossen Salzsee Schir, daher bis in die Nähe der Westseite der eben genannten hufeisenförmigen Falten.

Noch bedeutender ist die Bergmasse Saksar, welche nach Klemenz zwischen den Flüssen Kamyschta und Ujbat (l. Zufluss des unteren Abakan, 53°15′ bis 53°30′ n. Br.) mit scharfen Umrissen aus den sanft gerundeten Höhen von devonischem Sandstein hervortritt und welche von Klemenz als ein abgerissenes Stück des Alatau bezeichnet wird. Sie besteht aus

senkrechten Schichten von altem Schiefer, mit Str. NNW., wie wir dasselbe auch im Alatau antreffen werden. Die devonischen Falten ihrer Umgebung vereinigen sich mit dem Aussenrande des Alatau.[78]

Salz und Gyps und petrefactenreiches Devon sind seit längerer Zeit bei Bejsk, Monok und Arbat am mittleren und oberen Abakan bekannt, und Klemenz führt Devon sogar noch von der Ada (l. Zufluss des kleinen Abakan, 52°30′ n. Br.) an. Ferner ist Klemenz an einer tieferen Stelle, am Taschtyp, westwärts bis zur Wasserscheide vorgedrungen. Diese besteht aus den älteren Felsarten des Alatau, aber noch ziemlich weit aufwärts liegen Devon und Culm.[79]

Oestlich vom Abakan fällt die südliche Umrandung den Abhängen des West-Sajan zu. Ein Saum von durchwegs jüngeren Granit- und Syenitbergen liegt vor dem Fusse des Sajan. Zwischen Abakan und Jenissei, am Tasskyl, fanden Bogdanowitsch und Jaworowski, dass die gesammte Gesteinsfolge des West-Sajan beiläufig in der Richtung gegen Nord überstürzt sei, und zwar in solcher Weise, dass man, absteigend vom Kamme, die jüngeren Felsarten unter den älteren antrifft. Sie bestehen aus Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefer, Fall. SO. 150—170°. Dieses deutet auf Str. ONO. bis nahe O. im Gegensatze zu dem fast meridionalen Streichen des Alatau.[80]

In gleicher Weise bemerkt Klemenz an der Südseite des Passes Schabin-Daban Str. ONO. in dem von Granitgängen durchsetzten Schiefer des Flüsschens Tossna. Hier besteht das Gebirge aus zwei Rücken, dem nördlichen oder eigentlichen Sajan-Gebirge, welches von der tiefen Furche des Chantigyr (l. Zufluss des Jenissei) quer durchschnitten wird, und dem südlichen oder Sojoten-Gebirge, der Wasserscheide zwischen Chantigyr und dem oberen Ischkem.[81]

Allenthalben zeigt hier das Gebirge heftige Faltung. Die Zone von granitischen Bergen am Nordfusse des Sajan erreicht den Jenissei in der Nähe der Orte Kalskoje und Osnatschennoje, nur etwa 70 Werst S. von Minussinsk, und ist hier wenig entwickelt. In der Niederung ist die Faltung weit schwächer als im Gebirge.

Wir kreuzen den Jenissei.

Im Südosten von Minussinsk sieht man gegen den Sajan hin ähnliche offene Falten des Devon. Ihr allgemeiner Verlauf ist NO. 45°—80°, daher beiläufig der Richtung des höheren Gebirges entsprechend, allerdings auch mit Abweichungen gegen NNW. ‚Ihre Orientierung', sagt Bogdanowitsch, ‚hat sich offenbar gefügt nach praeexistirenden tektonischen Linien.'

Für die Vergleichung der östlichen Hälfte des West-Sajan sind mir zwei Quellen zur Verfügung gestanden.

Die erste ist die Reise des Botanikers Krylow über diesen Theil des Sajan und in das südlich von demselben gelegene Urjanchai'sche Gebiet, dessen gesammelte Felsarten von Saitzew bearbeitet wurden. Die hier gebotenen Angaben gestatten, zwei Querprofile zu verfolgen. Die erste Linie läuft in etwa 92°40′ ö. L. von Nord nach Süd durch das ganze Gebiet. Die zweite Linie zieht gegen Südost, von der mittleren Tuba den Fluss Amyl aufwärts und dann an der Südseite des West-Sajan durch das Thal des Sistyr-chem abwärts bis zu der Faktorei des Skobjelew am Buge des Bei-chem (ganz beiläufig 94°6′ ö. L., 52°40′ n. Br.).[82]

Die zweite Quelle ist ein gütiges Schreiben des Herrn Jatschewski, welches ein Verzeichniss der von Herrn Oberst Baranow auf den sajan'schen Grenz-Bereisungen des J. 1897 gesammelten Felsarten mit Angabe des Streichens und Fallens, sowie auch eine topographische Skizze der Vorkommnisse enthält, aus welcher vor Allem hervorgeht, dass der Bug des Bei-chem viel weiter nach N. reicht und folglich der Sajan in der Gegend der Quellen der Ussa schmäler ist, als bisher angenommen wurde. Ich bin Sr. Exc. Herrn General v. Stubbendorf und den beiden vorgenannten Herren für diese Mittheilung sehr zu Dank verpflichtet. Sie bezieht sich auf den Raum zwischen den beiden genannten Linien Krylow's und ergänzt und bestätigt dessen Angaben.

Die Vereinigung dieser Berichte lehrt Folgendes:

Etwa 100 Werst südlich von der Stadt Minussinsk bestehen die Vorberge des West-Sajan aus Granit. So ist es im Quell-

gebiete des Kebesch, in den Kulutui'schen Bergen (1411 M., Syenit und Granit) und auch weiter gegen NO, bei Kuschebar am Amyl (Muscovit-Granit, 307 M.), und zwischen diesen beiden Punkten dürfte sich der Granit bis an die obere Ussa fortsetzen. Hier herrscht grobkörniger Biotit-Granit. Aus den nördlichen Vorbergen ragt ferner an der oberen Oja ein vereinzelter hoher Berg von Hornblende-Granitit (1914 M.) hervor. Es ist derselbe granitische Saum, den Klemenz W. vom Jenissei beschreibt.

Trotz dieser grossen Verbreitung granitischer Felsarten an der Nordseite werden solche doch nicht vom Kamme des Gebirges angeführt. Dieser, sowie der grösste Theil des Gebirges überhaupt fällt einem Gestein zu, welches häufig als Chlorit-Gneiss bezeichnet wird und möglicher Weise identisch sein dürfte mit jenem, welches Jatschewski vielleicht richtiger grünen Schiefer nennt. Im westlichen Theile dieses Gebietes bildet diese grüne Felsart in den hohen Vorbergen N. von der Ussa das Quellgebiet der Oja (1555 M.), das Thal von Aradan, den Gipfel Mirski Chreb. (1926 M.) und das Thal der oberen Ussa (an der Buiba, 1932 M.; in dieser Gegend Str. NO. 48°), das W. Ende des Gebirges Usun-arga (Str. ONO. 80°), ferner auch die Umgebung der hochliegenden Grenzmarke auf dem Chreb. Semdjir (Str. ONO. 80°, hier grüner Aphanit), jene des auf der Wasserscheide liegenden See's Tschernoje (Str. ONO. 75°), den Grenzberg Irgak (Str. ONO. 72°) und die Wasserscheide des Amyl (1276 M.).

Auf fast allen diesen Strecken des Nordabhanges und des Kammes des W.-Sajan ist das Streichen stetig gegen ONO. gerichtet, entsprechend dem Verlaufe des Gebirges. Um so auffallender ist der Umstand, dass jenseits des Kammes, auf der Südseite ganz abweichendes Streichen angeführt wird. Die betreffenden Punkte liegen östlich und nordöstlich von dem genannten See Tschernoje in den höheren Theilen des Gebirges.[83] Es ist, als ob hier bereits die Richtung des Ost-Sajan sich bemerkbar machen würde.

Auf den aufgerichteten Felsarten liegen Lappen von rothem, weissem, häufig auch dunkelviolettem Sandstein und Conglomerat, welche die Fortsetzung des Devon von Minussinsk sind.

Der erste Lappen liegt N. vom Hauptkamme in dem Thale der unteren Ussa (r. Zufluss des Jenissei, Mündung nahe dem Durchbruche des Sajan); er besteht aus violettem Conglomerat, begleitet von Sandstein und Porphyr (654 M., Str. OW.).

Die beiden anderen Lappen sind weit grösser und gehören der Südseite an.

Einer derselben nimmt die ganze Mitte des Laufes der Odja ein. Der dritte und grösste füllt das ganze Thal des Sistyr-chem aus, von der Höhe des Sajan bis zum Bei-chem hinab; er ist von Porphyr begleitet, und dieser bildet den Gipfel Juttig-tasskyl (1746 M.), welcher sich über die Wasserscheide zwischen Sistyr-chem und Amyl (1276 M.) in der Nähe des See's Tschernoje auf dem Kamme des Sajan erhebt.

Wir wenden uns weiter gegen West.

Das Gebirge, zu welchem man im Osten des Durchbruches des Jenissei von der devonischen Scholle der unteren Ussa aufsteigt, zeigt zuerst Chlorit-Gneiss (grünen Schiefer), aber der höchste Theil des Kurtschubin'schen Ueberganges auf dem Aspanski-Chreb. (2317 M.) besteht aus Thon-, Glimmer- und Hornblendeschiefer. Den Südabhang bildet Thonschiefer. Tief unten am S.-Fusse des Gebirges ragt der auffallende zackige Berg Chairchan aus dem Thale des Ulu-chem empor. Es ist weisser, körniger Kalkstein, durchsetzt von Adern von braunrothem Porphyr.[84]

Weiter im Westen wendet sich das ganze Streichen des W.-Sajan aus ONO. gegen OW. und diese Richtung herrscht im Durchbruche des Jenissei. Klemenz traf in demselben, nahe unterhalb der mongolischen Grenze, Kalkstein, vertical, und Chlorit-Gneiss, beide Str. OW. Herr Karpinski hat mich darauf aufmerksam gemacht, dass Schwarz am Jenissei in 51°45′ n. Br. (mongolische Grenze) Talkschiefer, Str. WO., Fall. N., in 52° n. Br. Str. ONO., beinahe O., und in 53° Str. WO., vertical, getroffen hat.[85]

Für Minussinsk und den West-Sajan ergeben sich demnach folgende Grundzüge des Baues.

Das hauptsächliche Streichen des West-Sajan ist im Westen ONO. bis OW., im Durchbruche des Jenissei OW., östlich von

demselben ONO. Er besteht aus steil gefaltetem Schiefer mit discordant aufgelagerten, gleichfalls gefalteten Schollen von Devon, welche im Osten von Porphyr begleitet sind und in der Nähe des See's Tschernoje den Kamm des Sajan erreichen und überschreiten. Im Westen, am Tasskyl, ist der Sajan eine Strecke weit nach Nord überstürzt.

Ein mehr oder minder breiter Saum von Granit- und Syenit-Stöcken von postdevonischem Alter begleitet im Westen wie im Osten den N.-Fuss des Sajan, einigermaassen erinnernd an die Granitstöcke in den Randfalten des Amphitheaters von Irkutsk.

Vor diesem Saume liegen in der Niederung Devon und Culm in breite Falten gelegt, welche im Streichen hufeisenförmig gekrümmt und gegen N. concav sind. Es ist allem Anscheine nach, entsprechend der Ueberstürzung am Tasskyl, gegen N. und innen gerichtete posthume Bewegung, welche sich hier äussert, und eine gewisse Aehnlichkeit mit den Bewegungen der Angara-Schichten im Amphitheater hervorgebracht hat.

Vom Westen, d. i. vom Kusnetzkii-Alatau, treten in schräger Richtung Ausläufer und Vorberge gegen die Niederung vor.

Der Unterschied gegen den Ost-Sajan ist ein sehr bedeutender. Man sieht nichts von der mächtigen Entwickelung archaischer Gneisse und Hornblendegesteine; auch die Basalte des Ost-Sajan sind hier noch nicht bekannt; ebenso fehlen die cambrischen Randfalten. Dafür reicht die devonische Transgression bis auf die Höhe des Gebirges. Das Streichen ist ONO. und OW., im Ost-Sajan dagegen WNW.

So oft von sajan'schem Streichen im Sinne Tscherski's gesprochen wird, kann es sich immer nur um den Ost-Sajan handeln.

Ost-Sajan und West-Sajan sind völlig verschiedene Gebirge; der erstere erstreckt sich bis über Krasnojarsk. Sie sollten mit selbständigen Namen bezeichnet werden.

Tannu-ola. Die Betrachtung des russisch-mongolischen Grenzgebietes zeigt, dass zwischen 49° 30′ und 52° 30′ n. Br. östlich und westlich vom Merid. 90° die nahezu ostwestlich streichenden Ketten des West-Sajan und des parallelen Tannu-ola den nahezu meridionalen Zügen des Sailjugem begegnen. Die

Zone des Zusammentreffens selbst bildet einen der entlegensten und unwegsamsten Theile des Grenzgebirges und auch die topographischen Darstellungen sind nicht frei von Unsicherheiten.

Auch hier wird zuerst Klemenz unser Führer sein.

Der Jenissei nimmt knapp vor seinem Eintritte in das Querthal von der linken Seite den Kemtschik auf, welcher seine linken Zuflüsse vom Sailjugem, die rechten aber vom Tannu-ola empfängt. Klemenz hat alle die höher liegenden linken Zuflüsse besucht, und einem derselben, dem Alasch, westwärts folgend, die Wasserscheide gegen die Tschultscha, d. i. die Wasserscheide zwischen Jenissei und Ob, überschritten.[80]

In den rechtseitigen, zum Tannu-ola gehörigen Thälern liegt grüner Schiefer und Kalkstein, vermuthlich palaeozoisch, Str. OW., aber sofort bei dem Eintritte in das Thal des Alasch erscheint Thonschiefer, Str. NS., Fall. 62° W., auch streichende Gänge von Porphyrit, dann rother Kalk mit Korallen und Muscheln und noch weiter gegen West grüne felsige Schichten von Aphanit. Für eine kürzere Strecke folgt dann im Alasch Str. ONO. und OW. und weiterhin aufwärts hier sowie auch in allen anderen linkseitigen Thälern ein allgemeines Str. NO. in Schiefer. Erst nachdem Klemenz 70—80 Werst weit den Alasch aufwärts gegen das Hochgebirge vorgedrungen war, traf er jenseits des See's Karagol im gefalteten grünen Schiefer Str. N. 20° O., und jenseits des Kammes, oberhalb des See's von Tschultscha, sowie an den Quellen des Kleinen Abakan Talkschiefer, Str. NS.

Hier befinden wir uns in dem meridionalen Streichen der südlichen Fortsetzung des Kusnetzkii Alatau und nur 60 Werst O. vom S. Ende des grossen Teletzk'schen See's. Ich glaube im Allgemeinen entnehmen zu dürfen, dass die O. vom Kemtschik liegenden Höhen zum Tannu-ola gehören, dass W. von diesem Flusse eine breitere Zone von Vorbergen mit Str. NO. vorhanden ist, die wahrscheinlich schon zu den Ausläufern des Sailjugem gehört, ähnlich den Vorkommnissen von W. Minussinsk, und endlich dass in der Nähe des Kammes das allgemeine meridionale Streichen dieses Theiles des Alatau erreicht ist.

Die herrschende Gebirgsart sind Schiefer, am unteren Alasch mit eingefaltetem palaeozoischem Kalkstein; die vereinzelte Bergmasse Tai-taiga, welche S. vom Alasch vor dem Sailjugem liegt, dürfte aus Granit bestehen.

Wir begeben uns in eine südlichere Strecke des Sailjugem.

Aus dem hochliegenden See Djulu-kul (50° 28′ n. Br.) fliesst gegen West der Tschulyschman zum Teletzk'schen See und zum Tom. An der Nordseite des See's ragt der Gebirgsstock Schap-schal über 10.000 Fuss empor, der höchste Gipfel dieser Gegenden. Ueber nackte Felsen von Glimmerschiefer hat ihn Adrianow bestiegen. Der nördliche Rücken war von Schnee bedeckt; der Kamm besteht aus hellgrauem, feinkörnigem Granit, der Süden aus Glimmerschiefer, der Norden aus einer dunkeln, dichten Felsart. ‚Der Schap-schal', sagt Adrianow, ‚ist ein Rücken, welcher sich fast von W. gegen O. (280°) ausdehnt und mit dem längsten hohen Rücken des Tannu-ola zusammenfliesst, welcher durch und durch bis zum Ausflusse des Jenissei reicht und die Mongolen von dem Gebiete der Sojoten trennt.'[87]

Vom Schap-schal herabsteigend, traf Adrianow in den S. Zuflüssen des Kemtschik Str. OW., welches an mehreren Stellen sichtbar ist bis zum Jenissei. Neben dem Schiefer erscheint auch rother Sandstein. Der keilförmige Gebirgsrücken, welcher den untersten Kemtschik vom Ulu-chem, d. i. vom oberen Jenissei abtrennt, trägt auf seiner höchsten Stelle eine Scholle von transgredirendem rothen Sandstein.

Bis hieher gleicht daher der Tannu-ola durch das Streichen OW. sowie durch die transgredirenden, wohl sicher devonischen Schollen völlig dem West-Sajan.

Oestlich von hier kennt man auf drei Querlinien die Gesteinsfolge des Tannu-ola. Ich beginne mit der westlichen Linie und der Vergleichung halber werden alle drei Linien von Nord gegen Süd beschrieben.

Diese erste Linie verdanken wir den bereits öfters erwähnten Arbeiten von Krylow und Saitzew. Sie geht von der Faktorei Scharanow am Ulu-chem (526 M.) aus, kreuzt den Fl. Djagol

und erreicht in der Richtung OSO. den See Ubsa. Im Aufstiege sammelte Krylow quarzfreien Porphyr (1015 M.) und er fand alle vier erstiegenen höchsten Gipfel dieser Strecke des Tannu-ola (2478 M., 2571, 2638 und 2707 M.) aus Quarz, Sandstein und dunkelviolettem Conglomerat bestehend. Auf dem Süd-Abhange zeigten Sandstein und Conglomerat am Tus-tag flache oder sanft geneigte Lagerung (1484 M.) und SW. vom Tus-tag (1316 M.) tritt im dunkelvioletten, vielleicht von Tuff begleiteten Sandstein ein schon früher von Potanin bemerktes Lager von Steinsalz auf. Der Sandstein hält an (1023 M.) und am S. Fusse des Gebirges tritt wie am N. Fusse quarzfreier Porphyr hervor. Dann ist der Ubsa-nor (810 M.) erreicht.[88]

Sämmtliche auf diesem Profil des Tannu-ola gesammelten Gesteinsproben scheinen dem Devon anzugehören.

Die zweite Linie hat Potanin beschrieben; sie verläuft von der Mündung des Ar-Torchalyk in den Ulu-chem fast gerade gegen Süd zum Ubsa-nor. Potanin nennt vom Nord-Abhange aus dem Ar-Torchalyk kleinkörnigen Gneiss, kleinkörnigen dunkelgrauen Granitit, ferner grauen Kalk, Schiefer, dunkelrothen Mergel und aus dem obersten Theile des Flusses hellgrauen und dunklen Sandstein. Einige Pflanzenreste, welche im Ar-(Nord-)Torchalyk gesammelt wurden, gehören nach Schmalhausen wahrscheinlich zum Culm. Ein steiler Aufstieg führt zum Uebergange Bain-Schagny und jenseits der Schneeberge, welche den höchsten Rücken bezeichnen, auf die Südseite in den Fl. Amryk. Die Wände seines engen Thales bestehen aus Sandstein; Blöcke von Conglomerat liegen in seinem Bette. So mündet er in den südlichen Torchalyk, durch welchen das Steinsalz und endlich der Ubsa-nor erreicht werden.[89]

Wir kehren noch einmal zum nördlichen Fusse des Tannu-ola, d. i. zum Thale des Ulu-chem zurück. Oestlich vom nördlichen Torchalyk treten zum Devon und Culm auch in beträchtlicher Mächtigkeit die Angara-Sedimente hinzu. Sie bestehen auch aus Sandstein und Conglomerat, ferner aus dunklem Thonschiefer und Kohlenflötzen. Sie füllen an der rechten Seite des Ulu-chem das Thal des Irbeck bis zu seinen Quellen; an der

linken Seite erscheinen sie namentlich am Bain-gol und im Thale des Eleges. Phoenicopsis angustifolia und eine der Tschekanowskia rigida ähnliche Art wurden am Irbeck nachgewiesen.[90]

Durch diese von Potanin, Klemenz und Adrianow untersuchten Ablagerungen am Eleges führt das aus den Arbeiten von Krylow und Saitzew bekannt gewordene dritte Profil über den Tannu-ola in der Richtung WSW. zum Ubsa-nor. Die Angara-Ablagerungen reichen zu beträchtlicher Höhe hinauf. Oberhalb derselben zeigt das Gebirge allenthalben weiche Umrisse und wenig Entblössungen. Tuff oder Tuffsandstein scheinen den Untergrund zu bilden. Dies gilt auch von dem höchsten Punkte, einer S. vom Uebergange gelegenen Kuppe (2523 M.); auch diese Höhe scheint aus Tuff zu bestehen. Am südlichen Abhange des Tannu-ola gelangt man in den höheren Theilen des Ak-Karasuk in quarzfreien Porphyr und an tieferer Stelle in diesem Flusse (1670 M.) in dunkelvioletten Tuff.

Auch auf dieser Linie ist, wie auf der ersten, kein Gestein gesammelt worden, welches älter wäre als Devon, und zwar in der Minussin'schen Ausbildung.

Nach diesem Blicke auf den westlichen Theil des Tannu-ola kehren wir nochmals zum Ulu-chem zurück. Der Fluss nimmt diesen Namen in der Nähe der Niederlassung Safianow (94° ö. L.) an, wo der aus OSO. herankommende Chua-chem und der in grossem Buge von Nord her fliessende Bei-chem sich vereinigen (571 M.). Hier erlangen die flötzführenden Angara-Ablagerungen besondere Ausbreitung und sie scheinen weit hinauf die Hänge sowohl des W.-Sajan als des Tannu-ola zu bilden. Zwischen Chua-chem und Bei-chem aber erhebt sich eine Bergmasse, welche an Höhe mit dem Tannu-ola und W.-Sajan wetteifert, und welche erst durch Krylow etwas genauer bekannt geworden ist. Sie veranlasst den grossen Bug des Bei-chem gegen Nord; ihr höchster Gipfel heisst Otyg. Von SW. her trifft man auf dem Vorberge Atschallyg-art (2091 M.) und dem oberen Ulu-O Quarzporphyr, am Meschelik (1644 M.) dunkelvioletten Sandstein und auf dem äussersten östlichen Gipfel des Otyg (2583 M.) nach Saitzew's Bestimmung dyna-

misch veränderten Syenit-Gneiss, Diorit, eine epidotführende Felsart, aber auch Quarzporphyr. Jenseits des Otyg und in der Richtung ONO. jenseits des oberen Bei-chem gelangt man an das südliche Gehänge des Ost-Sajan (Ergik-targak) und am oberen Assas in Gneiss; hier erscheint auch Basalt.

Kehren wir zum Chua-chem zurück. Nach Potanin's Angaben ist noch an der Mündung des Belbej (nahe 95° ö. L.) röthlicher Sandstein und Thonschiefer sichtbar und höher im Thale dieses Zuflusses Quarzporphyr. Erst in dem noch um 40 Werst weiter aufwärts liegenden Fl. Djibej werden granitische Felsarten in grösserer Ausdehnung erreicht.[91]

Von diesem Punkte nach aufwärts ist mir durch eine längere Strecke die Beschaffenheit des Thales des Chua-chem unbekannt. Sein höchster Theil, der Schischkit oder oberste Jenissei mit dem See Dod-nor und dem kleineren Turga-nor liegt W. vom Kossogol in den südlichen Abhängen des Ergik-targak. Von diesen wurde bereits gesprochen.

Für die südlichen Abhänge des Ost-Sajan bleiben daher, wie für seinen Norden, die archaischen Felsarten und die zahlreichen Ausbrüche von Basalt bezeichnend, für den West-Sajan dagegen, abgesehen von der veränderten Streichrichtung, das Heraufreichen der devonischen Transgression aus Minussinsk. Diese Transgression, bezeichnet durch mitteldevonische Meeres-Ablagerungen, darüber Steinsalz, und über diesem den Horizont der Culmpflanzen, erreicht aber die Gipfel des Tannu-ola und erscheint wieder in der Tiefe des Ubsa-nor. Zugleich ist das Streichen des Tannu-ola ähnlich jenem des mittleren W.-Sajan, ostwestlich. Der West-Sajan gleicht daher weit mehr dem Tannu-ola als dem Ost-Sajan. Angara-Ablagerungen liegen namentlich in der Tiefe des Thales des Ulu-chem; jüngere Meeresablagerungen als Mitteldevon sind hier nicht bekannt.

Alle diese Aehnlichkeiten reichen gegen Ost etwa bis 95° 30′ ö. L. In den weiter gegen Osten zwischen dem Chua-chem im Norden und dem in den Ubsa fliessenden Tass im Süden gelegenen Bergen, welche die russische Stabskarte Adjan-chorun und Sangilen nennt, und welche als ein östlicher Theil

des Tannu-ola angesehen werden, herrscht in orographischer Beziehung die abweichende Richtung SO., und Potanin fand an der Nordseite am oberen Djibej und am obern Chargi, sowie an der Südseite auf dem hohen Uebergange Chodsul grauen Gneiss. Man könnte geneigt sein, zu vermuthen, dass diese östlichen Berge zum alten Scheitel gehören und zum Tannu-ola in einem ähnlichen Verhältnisse stehen, wie Ost-Sajan zum West-Sajan, aber die Sachlage lässt sich noch nicht überblicken. Diese östlichen Höhen geben in 97° 40′ ö. L. beinahe unter rechtem Winkel einen mächtigen Ast, Chan-taiga, gegen Norden ab. In dem umschlossenen Winkel liegt der See Ter-nor (1225 M.). Die westlichen Abflüsse des Chan-taiga gehen durch den Ter-nor zum Chua-chem und die östlichen durch den Telgir Morin zur Selenga.

Potanin hat die Beugung des Gebirges oberhalb des Ter-nor umgangen, den Chan-taiga, sowie eine hohe parallele Nebenkette (letztere in 2160 M.) überstiegen und das Flussgebiet des Telgir Morin bis zum See Kossogol, den bereits erwähnten Dod-nor am obersten Jenissei, sowie auch die Südseite dieser östlichen Ketten besucht. Aus der Verfolgung seiner Marschrouten gewinnt man die folgende Uebersicht.[92]

Oestlich von den erwähnten Vorkommnissen von Gneiss, und zwar sowohl im Süden, O. vom Chodsul Daban, sowie im Norden am Chargi-Flusse traf Potanin weissen Kalkstein mit Flittern von Eisenglanz auf den Schichtflächen, auch mit Spuren von Graphit. Dieser Kalkstein, welchen Potanin den ‚Kalkstein des Tannu-ola' nennt, streckt sich vom Fl. Chargi oberhalb des Ter-nor fort; die steil zum See abfallenden, zackigen Wände des Chan-taiga dürften aus demselben Kalkstein bestehen, wenigstens bildet er den ganzen Uebergang. Jenseits, gegen Osten, in den nächsten Flussthälern am Fusse des Chan-taiga, ruht er auf Granit und ist von Gängen von Orthoklasporphyr durchsetzt. NNO. von hier fliesst der Telgir Morin auch im Kalkstein, und indem dieser Fluss einen Bogen gegen S., dann gegen O. beschreibt, bildet er gerade S. vom südlichen Ende des See's Kossogol und beiläufig in der Entfernung von 80 Werst

von diesem Ende, die südliche Grenze dieses weiten Kalkgebirges. Am S. Ende des Kossogol steht die mongolische Karaula Chal-göl; hier beobachtete Potanin Str. NW.—SO. Dieses an den östlichen Tannu-ola anschliessende Kalkgebirge umfasst, wie gesagt, wahrscheinlich den ganzen Chan-taiga, einen Theil des Oberlaufes des Telgir Morin, die S. Hälfte der Ufer des Kossogol, ferner südlich vom Kossogol den Buren-Chairchan und alle Höhen bis an den Telgir Morin, so dass hier seine Breite von N. gegen S. wohl auf mehr als 120 Werst veranschlagt werden muss.

Welches die weitere Fortsetzung dieses Kalkgebirges oder die Art seiner Beendigung ist, kann dermalen nicht gesagt werden. Gegen Ost, im Thale der Selenga, kennt man keine Fortsetzung.

Durch seine Beschaffenheit erinnert dieser Kalkstein an die mächtigen Kalksteine am Baikal.

Wir sind jetzt vom Chan-taiga gegen den Kossogol und Telgir Morin, d. i. gegen Ost gegangen. Potanin ist aber von demselben auch in südöstlicher Richtung über den Iche-chaldyndaba (2358 M.) gegangen und hat hier auf beiden Abhängen zu wiederholten Malen rothen Granit und Kalkstein getroffen. In 99° ö. L., an dem See Sangin-dalai, erwähnt derselbe Steinsalz; es wäre wichtig, festzustellen, ob die devonische Transgression wirklich bis hieher reicht.[93]

Changai. Die südlich vom Baikal gelegenen Theile des Scheitels vereinigen sich auf's Innigste mit dem weiten Gebirgslande Changai, welches den Norden der Mongolei einnimmt. Die Wässer des Changai strömen zum Jenissei, aber sie verfolgen verschiedene Wege. Vom See Kossogol zieht gegen West das Thal des Jenissei, welches eben betrachtet worden ist. Anfangs heisst der Fluss Chua-chem, dann Ulu-chem, dann durchbricht er, wie wir sahen, den W.-Sajan und erst indem er mit nördlichem Laufe in das Gebiet von Minussinsk eintritt, empfängt er den Namen Jenissei.

Südlich von Ulu-chem stellt der Tannu-ola eine orographische Verbindung her zwischen dem Changai und dem alten Scheitel im Osten und dem Sailjugem im Westen, und scheidet

auf diese Art das Flussgebiet des Jenissei von einem tief eingesenkten, abflusslosen und von See'n bedeckten Gebiete. Dieses Gebiet ist im Osten vom Changai, im Westen von Tannu-ola, gegen West und Südwest vom Gobi-Altai begrenzt und steht gegen Südost durch eine ziemlich schmale Zone in Verbindung mit den grossen abflusslosen Gebieten Inner-Asien's. Piewtzow hat es als das See'n-Thal bezeichnet. Es ist von schmalen und zum Theile sehr hohen Felsrücken, wie z. B. Chanchuchei, schräge durchquert und zwischen diesen Rücken liegen die See'n Durga-nor, Kara-ússu, Kirgis-nor, Ubsa, Urju-nor und Andere.

Das Gebirgsland Changai dehnt sich gegen Süd bis über den 46. Breitegrad aus. Gegen Ost verschmilzt es mit dem Kentei und mit jenen Gebirgstheilen N. von Urga, welche hier bereits als Fortsetzungen der sabaikalischen Gebirge angeführt worden sind. Gegen die Gobi ist Changai in tektonischem Sinne nicht abgegrenzt, da in den benachbarten Theilen der Gobi selbst die abgetragenen Reste eines ähnlichen Baues kennbar sind.

Auch die südlichen und östlichen Theile des Changai liefern Wässer dem Jenissei, aber diese bewegen sich mit vorwiegend östlichem Laufe zur Selenga und gelangen erst auf weitem Umwege durch den Baikal-See und die Angara zum Hauptstrome. Diesem östlichen Wassergebiete gehört der See Kossogol an und es erstreckt sich gegen West bis in die Gegend von Uljassutai und bis knapp an den Rand des See'n-Thales.

Changai ist ein südlicher Theil des alten Scheitels.

Wenn man den Fluss Telgir Morin, S. vom Kossogol, als die beiläufige Südgrenze des an den Tannu-ola anschliessenden Kalkgebirges ansieht, fallen südlich von dieser Grenze noch fast vier Breitegrade dem Changai zu. In dem ganzen, weiten Gebiete zwischen dem Flusse Orchon im Osten und dem zum Kirgis-nor fliessenden Dsapchyn im Südwesten sinkt nach Klemenz kein Uebergang unter 7000'; einzelne erreichen 10.000', während die Gipfel sich in der Regel nicht mehr als 1000' über diese Uebergänge erheben. Eine Ausnahme macht der Gebirgsstock Otchon-chairchan-Tengri, 80 Kilom. O. von Uljassutai. Er erreicht 13.000' und trägt einen kleinen Gletscher.

Seine tieferen Theile bestehen nach Klemenz aus Granit und sein Gipfel aus Melaphyr; er wiederholt daher die Erscheinung der hochliegenden Laven, welche die Berge um den Baikal auszeichnet.[94]

Für die Kenntniss dieses Gebietes besitzen wir ausser dem Profil, welches im Osten Obrutschew von Kjachta über Urga hinaus gezogen hat,[95] einen zweiten Durchschnitt, welchen Potanin untersuchte. Dieser durchzieht gegen NNO. die ganze Breite des Changai vom Südrande in etwa 101° ö. L. her bis zu jener Stelle, an welcher die Selenga über 50° n. Br. hinaustritt.[96] Die meisten Beiträge hat Klemenz geliefert, welcher den Changai nach verschiedenen Richtungen durchreiste; seinen gütigen persönlichen Mittheilungen verdanke ich die wichtigste Belehrung, welche mir über dieses Gebiet zur Verfügung stand.

Wir beginnen den kurzen Ueberblick im Nordosten.

Im Süden Sabaikalien's verschwindet ein beträchtlicher Theil des Scheitels unter der Gobi. Obrutschew erkennt in den alten Felsarten S. von Kjachta die WSW.-Fortsetzung des Malchan'schen Horstes, dessen NO.-Fortsetzung der Jablonnoi ist. Dieses ist eine wertvolle erste Anknüpfung, an welche sich sofort eine weitere bemerkenswerte Erfahrung knüpft. In der Nähe von Urmuchtu, am Schara-gol, kaum 90 Werst S. von Kjachta, ist Obrutschew auf einen Zug von steilgestelltem Thonschiefer, Str. NO., mit Resten von Fenestella und muthmaasslich palaeozoischen Korallen gestossen. Dieses ist das nächste Herantreten fossilführender Sedimente an die Mittelregion des Scheitels, welches mir bisher bekannt geworden ist.[97]

Wahrscheinlich ist dies ein eingeklemmter Ausläufer jenes Gebietes von metamorphischem Schiefer und Grauwacke, das sich in Transbaikalien von der Südseite des Malchan bis an die Quellen der Ingoda zeigt und den südlichen Theil des Tscherski- und des Daurischen Gebirges in sich fasst. Dieses ist aber selbst nur der Vorläufer einer noch weit ausgedehnteren Zone ähnlicher Gesteine.

Die devonischen Fossilien des Gasimur-Onon-Gebirges wurden bereits erwähnt. Thatsächlich gestatten die Unter-

suchungen Sabaikalien's jetzt, einen sehr langen Zug von metamorphischem Schiefer, Grauwacke, Quarzit und nachweisbar devonischen Sedimenten zu erkennen, welcher, bei Strjetensk an der Schilka beginnend, gegen SW. über Nertschinsk streicht, von der Ingoda oberhalb der Mündung des Onon durchschnitten wird, dann auf der Linie der Eisenbahn plötzlich sich ausserordentlich erweitert, dann, wieder verengt, die Gebirge Gasimur-Onon und Erman zu beiden Seiten des in einem Graben liegenden Onon bildet und mit der gleichen Richtung SW. in die Mongolei übertritt. Auch hier bezeichnet der Fluss Onon nach aller Wahrscheinlichkeit seinen Verlauf, denn Obrutschew erkennt dieselbe Zone in grosser Breite bei Urga wieder. Sie zeigt sich schon 75 Werst N. von dieser Stadt und mag sich etwa 50 Werst S. von derselben ausdehnen. Nahe ihrem südlichen Rande, bei der Niederlassung Chadyn, fand Obrutschew den Rest einer Conularia.[98]

Diese selbe Schiefer-Zone ist es, welche Potanin am Tuj (100° 27') im südlichsten Theile seiner Profillinie getroffen hat; hier ist sie streckenweise von Basalt bedeckt.[99]

Endlich versichert mich Herr Klemenz, dass er dieselbe Zone auch noch am Flusse Baidarik (etwa 99° 10') am Nordrande der Pforte des See'n-Thales erkannt hat.

Dieser wenigstens zum Theile palaeozoische Schiefergürtel umgibt daher wirklich, nachdem er von der Schilka her den östlichen Theil des Scheitels durchzogen hat, den ganzen Osten und Süden des Changai und verbindet ihn mit dem Scheitel.

Noch weiter im Westen als der Baidarik hat Klemenz gefunden, dass der Fluss Schara-ussu (SO. von Uljassutai) längs einer ONO. streichenden Bruchlinie fliesst, an welcher carbonische Schiefer und Kalksteine von rothem Quarzporphyr durchbrochen und verändert werden.

Die inneren Theile des Changai bestehen aus Gneiss und altem Schiefer, vielfach durchbrochen von Granit. Die alten Schiefergesteine sind gefaltet und streichen, wie mir Herr Klemenz sagt, in der Nähe des Merid. 101° auf eine lange Strecke gegen NNW. Mit dieser Richtung durchschneiden sie die Thäler

der obersten Selenga, des Chanyn-gol, des Choitu-Tamir und Urtu-Tamir, welche ohne Ausnahme Querthäler sind, und erst gegen den Süd-Rand des Changai, im Norden von dem gegen SO. zur Gobi fliessenden Ongyn, tritt ostwestliches Streichen ein.

An mehreren Orten finden sich pflanzenführende Schollen der Angara-Serie; so erwähnt z. B. Potanin kohlenführende Schichten im südlichsten Theile, nahe der Haltstelle Udjum, und auch im Norden, an der Altata, welche von dem sanft gerundeten Rücken abfliesst, der den unteren Orchon von der Selenga trennt.

Auch darin gleicht der Changai dem Scheitel, dass basische Laven hervorgetreten sind. Der hochliegende Melaphyr des Otchon-chairchan-Tengri wurde bereits erwähnt. An vielen Stellen erscheinen Basalte in den Flussthälern mit den Anzeichen geringen Alters. Im Süden, am Flusse Tuj, fand Potanin Basalt; der Entomologe Leder hat von NO. her diese Stelle erreicht und hat dabei in den Verzweigungen des hohen Gebirgsstockes Subur-Chairchan ein gegen West, zum oberen Tuj, gerichtetes Thal getroffen, welches von einem Lavastrom erfüllt ist.[100] Dies ist nach aller Wahrscheinlichkeit ein Theil des mächtigen basaltischen Gebietes, welches Klemenz zwischen den Quellgebieten des Orchon und des Ongyn aufgefunden hat.[101] Diese Punkte liegen nahe dem SO.-Rande des Changai, aber auch mitten in demselben erscheinen grosse Ströme von Melaphyr und Basalt. So ist nach Klemenz der Tschulutei (r. Zufl. der Selenga) auf eine Strecke von mehr als 100 Kilom. in Basalt eingegraben, und in diesem Flussgebiete, in der Nähe des See's Terchain-Zagan-nor entdeckte derselbe Beobachter zwei aus Schlacken und Laven aufgebaute Kratere.[102]

Alle diese Umstände deuten auf einen Bau, welcher jenem des Scheitels entspricht und lassen auch den Bestand von ähnlichen Disjunctiv-Linien vermuthen. Auffallend bleibt der Umstand, dass das Streichen der archaischen Felsarten auf der langen erforschten Strecke in Merid. 101° gegen NNW., und folglich etwas mehr gegen Nord gerichtet ist, als die sajan'sche Faltung im Westen des Scheitels. Allerdings tritt noch weiter im Norden am Jenissei gleichfalls die Richtung NNW. hervor.

Das See'n-Thal. Bis zu den höchsten erstiegenen Gipfeln des Tannu-ola, d. i. bis über 8800 Fuss (2682 M.) reichen die rothen und violetten, oft von Porphyr begleiteten Sandsteine des Devon. Zu grosser Höhe reicht auch der Culm. Dann folgt der südliche Abfall; hart am Südfusse des Gebirges liegt eine weite Ebene und in derselben der grosse See Ubsa. Er bezeichnet das nördliche Ende des See'n-Thales.

Von dem westlichen Ende des Tannu-ola geht ein hoher, gegen SSO. gestreckter und etwa 180 Werst langer Gebirgszug aus, welcher auf eigenthümliche Weise umgrenzt und nach West, Süd und Ost isolirt ist. Ihn krönen zwei hohe Gipfel, Turgun und Charkira. Der letztere trägt an seiner Ostseite den Gletscher von Barun-Sala, und mit dem Namen Charkira werden wir den ganzen Gebirgszug bezeichnen.

Die Umgrenzung des Charkira vollzieht sich aber in folgender Weise. Ganz nahe seiner Verbindung mit dem Tannu-ola senkt sich steil ein tiefer Kessel ein, in welchem der völlig umschlossene Urju-nor liegt. Südlich von dieser Einsenkung läuft noch von der Westseite des Charkira der schmale, jedoch hohe Rücken Barmen (2575 M.) gegen WNW. zum Sailjugem hinüber. Dann folgt an der Westseite eine viel grössere Senkung, jene des Atschit-nor, und von diesem geht der Fluss Kobdo aus, dessen Thal die Westseite des Charkira von den Höhen des Gobi-Altai abtrennt. An seiner Ostseite dacht der Charkira zum See'n-Thale ab.

Als Potanin von der Steppe der oberen Tschuja her den Sailjugem überschritt, traf er an der Ostseite dieses Gebirges, welche zum Atschit-nor abfällt, in beträchtlicher Höhe weisses Conglomerat, wie die älteren Conglomerate dieser Berge dadurch gekennzeichnet, dass das Bindemittel nicht kalkig, sondern kaolinartig ist. Vom Zuflusse Djilga her zieht es durch das Thal des Katu, dann durch jenes des Bekom-bere in Begleitung von Sandstein und dunklem Schiefer zur Ebene des See's hinab.

Jenseits der Ebene erstieg Potanin den mächtigen Charkira. Seine höchste Pyramide besteht aus rothem Granit, aber bis hoch zu den Schneefeldern hinauf reicht rother Thonschiefer, und in dem

engen Hochthale des Chartarbagatei, welches zwischen den beiden Gipfeln Charkira und Turgun gegen Ost herabzieht, fand Potanin Conglomerat mit kaolinartigem Bindemittel, dabei Kohlenflötze und im begleitenden Schiefer Bornia radiata, Cardiopteris frondosa, Lepidodendr. Veltheimianum und andere Pflanzen des Culm.

Sowohl in SW. gegen den Atschit-nor, als an der Ostseite des Charkira sind Flötze bekannt.

Dasselbe Conglomerat gelangt im Osten bis in die Niederung des See'n-Thales hinab, und bildet den Höhenzug Bomchara an der Südseite des Chanchuchei, N. vom Kirgis-nor.[103]

Von den Hochgipfeln Charkira und Turgun führt der hohe Rücken Jamatei zu dem eben genannten Barmen, welcher die beiden See'n Urju-nor und Atschit-nor trennt. Klemenz hat den Jamatei erstiegen und beschreibt die Aussicht. Man erblickt gegen Nord den tief eingesenkten Urju-nor, bis zum Fusse des Tannu-ola reichend, dann Charkira und Turgun und einen Theil der Umrandung des Ubsa. Die günstige Beleuchtung erlaubte, an allen dem Blicke zugänglichen Kämmen Streifen von rothen Felsarten zu erkennen, welche sich scharf von dem dunkeln Schiefer der Unterlage abheben. Es sind Falten vorhanden und die rothen und kohlenführenden Schichten sind gleichfalls gefaltet, aber das Streichen dieser Schichten unterscheidet sich immer ein wenig von jenem der älteren Schiefer. Die letzteren schwanken zwischen NNO. und NNW., während die rothen Felsarten sich gegen OW. richten. In der Tiefe, rings um das S.-Ende des Atschit-nor, sieht man Phyllit, Str. NNO.

Devon und Culm reichen in discordanter Transgression von den Hochregionen des Tannu-ola zu jenen des Charkira herüber. Sie bekleiden auch Theile des äusseren Gehänges des Sailjugem und sie erscheinen zugleich in der Tiefe des See'n-Thales im Osten und des Atschit-nor im Westen. Diese Thatsachen lehren, dass Charkira ein Horst ist. Dreitausend Fuss tief, sagt Potanin, sieht man vom Barmen zum Urju-nor hinab; kein Kessel der Mongolei ist so eingeengt und so tief.[104]

Hier müssen wir örtlichen, umschränkten, kesselförmigen Einbruch voraussetzen.

Nach Ausscheidung dieser Einbrüche an der Westseite des Charkira treten wir in das See'n-Thal selbst. Die Oberflächengestalt dieses Gebietes zeigt die Eigenthümlichkeit, dass wiederholte, schmale und hohe Rücken von den Abhängen des Changai gegen WNW. oder NW. zum Gobi'schen Altai und zum Charkira schräge hinüberziehen und dadurch eine Reihe mehr oder minder selbständiger, tiefliegender Gebiete erzeugen. Konnte für den Westen bereits aus den älteren Beobachtungen Potanin's eine Reihe grosser Senkungen erkannt werden, so ist hier die Sachlage noch viel deutlicher.

Klemenz hat gezeigt, dass das See'n-Thal ein Senkungsgebiet ist, und dass die Senkung sich in Staffeln vollzogen hat.[105]

Auf einer ersten, südlichen Stufe, in der Breite der Stadt Kobdo, liegen die See'n Kara-ussu (Iche-saral, 1170 M.) und Durga-nor (Kara-nor). Der Höhenzug Chara-Argalintu, welcher weit aus SO. herbeizieht und sich an den Südfuss des Charkira schliesst, trennt gegen N. diese Stufe ab, wenn er auch vom Abflusse des Durga-nor durchschnitten ist. Sein Nordrand ist ein Bruch.

Die zweite Stufe ist untergetheilt; in einem ersten, höheren Theile liegt der See Dseren-nor, nahe dem Bruche und 300 Fuss tiefer als die erste Stufe. Bis hieher sind von Klemenz Gobi-Ablagerungen angetroffen worden, aber nicht weiter gegen Nord.

Auf einem zweiten, etwas tieferen Theile der zweiten Stufe liegt der Kirgis-nor. Diese Stufe ist gegen Nord durch den hohen Querzug Chanchuchei begrenzt, welcher sich S. von Ulankom dem Charkira nähert. An seiner Südseite haben wir bereits nach Potanin die vermuthlich zum Culm gehörigen und von langen Verwerfungen durchzogenen Conglomerate des Bom chara erwähnt. Seine Nordseite ist, wie jene des Chara-Argalintu, ein Bruch. Quarzporphyr und Felsit, von devonischem oder carbonischem Alter, treten an demselben hervor.

Dieser Bruch führt zur dritten und tiefsten Stufe. Auf derselben liegt der Ubsa-nor (810 M. nach Krylow, nur 721 M. nach der Stabskarte); sein Wasserspiegel ist um etwa 1000 Fuss tiefer als jener des Kirgis-nor der vorhergehenden Stufe.

Hiemit ist der S.-Fuss des Tannu-ola erreicht.

Aus diesen Erfahrungen geht vor allem hervor, dass die nördlichste und innerste Stufe des See'n-Thales die tiefste ist; kein anderer Vorgang als Senkung konnte dies hervorbringen. Es ist ein weiter Einbruch vorhanden, schräge durchschnitten von Staffelbrüchen. Indem aber gegen Südost die trennenden Rücken übergehen in die Vorberge der Nordseite des Gobi-Altai, entsteht zwischen diesen und dem Südrande des Changai ein langer Graben. Derselbe reicht von der mittleren Stufe des See'n-Thales, dem Kirgis-nor, in weitem Bogen bis zur Gobi hinaus, umfasst den Lauf des Flusses Dsapchyn und die Mündungs-See'n des Baidarik, sowie anderer vom südlichen Changai herabkommender Flüsse und ist auf seiner Nordseite, längs des Changai, nach Klemenz von einem langen Saume basaltischer Vorkommnisse begleitet. Dieser sehr lange und sehr typische Graben ist der Dsapchyn-Graben; er trennt den Changai von den horst-ähnlichen Ausläufern des Gobi-Altai.

Gobi-Altai. Kusnetzkii-Alatau und Sailjugem sind die mehr oder minder meridional verlaufenden östlichen Glieder einer grossen Gebirgsgruppe, welche, wie sich später zeigen wird, in ihrem südlichen Theile, bis etwa in die Nähe der mongolischen Grenze herab, eine völlige Beugung des Streichens vollzieht. Diese Gruppe bildet den Altai im engeren Sinne oder russischen Altai. Ihre Beugung trennt sie im Süden von dem grossen, mongolischen oder Gobi-Altai. Auch die Felsarten sind verschieden. Im russischen Altai herrschen palaeozoische Schiefer mit eruptiven Kernen, im Gobi-Altai dagegen Gneiss und archaisches Gestein.

Klemenz ist von Süden her, im Gebiete des Flusses Kobdo, in die Nähe der russisch-chinesischen Grenze vorgedrungen. Der unermüdliche Forscher ist bis in den Zagan-gol gelangt, welcher von dem hohen Goletz Kütyn abfliesst. Dieser Goletz bezeichnet die Stelle, an welcher die Wasserscheide des Gobi-Altai von der mongolischen Grenze getroffen wird. Hier herrscht allenthalben Schiefer mit Str. WNW. und im Sakssai aufsteigend zum Otschatai-Daban, welcher diesen Fluss vom oberen

Kobdo scheidet, trifft man transgredirende Schollen von dunkelrothem Sandstein und Conglomerat.[106]

Man muss vermuthen, dass die devonische Transgression des Tannu-ola und Charkira bis in das Quellgebiet des Kobdo im Gobi-Altai übergreift. Es kann überhaupt die Frage aufgeworfen werden, ob der Horst Charkira nicht lediglich ein Theil des Tannu-ola sei. Die langen und scharfen Rücken, welche vom Charkira gegen SO. laufen und die langen Brüche, welche nach derselben Richtung den Gobi-Altai in ähnliche lange Horste auflösen, gleichen völlig den Disjunctiv-Linien von Sabaikalien. Chanchuchei oder Argalintu, welche schräge das See'n-Thal durchqueren, erinnern an den Zug Bargusin-Swiatoj-Noss-Olchon, welcher schräge den Baikal durchzieht, und so wenig als der Baikal-See die Grenze einer tektonischen Einheit darstellt, ebensowenig kann dieser Anspruch für das See'n-Thal oder den Graben Dsapchyn erhoben werden.

Der Gobi-Altai ist nicht eine Fortsetzung des russischen Altai; er ist nur durch die Senkungen des See'n-Thales vom Changai geschieden und ist ein Randstück des Scheitels selbst.

Um den Gobi-Altai zu überschauen, müssen wir weit gegen Nordwest in das Flussgebiet des Schwarzen Irtysch hinaustreten.

Südöstlich vom See Saissan erhebt sich die mächtige Masse des Saur (3633 M.). Sie ist, wie Muschketow gezeigt hat, das Ende eines Zuges, welcher über Tarbagatai und Tschingis sich gegen NW. bis zu den Bergen der Kirgisensteppe fortsetzt.[107]

Im SO.-Theile des Saur treten Brüche und Senkungen ein. Den Beobachtungen von Bogdanowitsch lässt sich folgendes entnehmen.

Ein Profil vom See Orchu, d. i. etwa vom 46. Breitegrade, gegen NNW. zum Saissan (48° n. Br.) geführt, trifft die Höhenzüge Orchun-Nuntag, Semistau (oder Urkaschar), Tarbagatai an der Stelle seiner Verbindung mit Saur, und endlich Monrak, welcher zwischen Tarbagatai und dem See Saissan liegt. Diese Bergzüge sind an ihrer Nordseite durch Brüche begrenzt, welche quer über den Verlauf der Schichten ziehen; Tarbagatai zwischen ihnen ist ein Horst, begrenzt durch staffelförmige

Brüche gegen Nord und gegen Süd. ‚Vom nördlichen Abhange des Kuen-lun bis zum nördlichen Fusse des Monrak am See Saissan,' sagt Bogdanowitsch, ‚kann man die Reihe der Verwerfungen und Flexuren verfolgen, welche die Senkung der Ebenen von Kaschgar, der Dsungarei und des Saissan begleiteten.'[108]

Aus den Aufsammlungen von Koslow, welche Obrutschew bearbeitet hat, geht ferner hervor, dass von dem ganzen Ost- und Nordabhange des Saur-Gebirges im weiteren Sinne nur Basalt, Melaphyr und die begleitenden Tuffe gebracht worden sind. Dies bezieht sich auf die Höhen Salburty und Kara-andyr-ula (beide W. von Bulun-tochoi), auf den N.-Abhang des hohen Saur, wie auf dessen W.-Fortsetzung Monrak im Süden des Saissan.

Hienach nimmt zugleich die Niederung des Saissan, und wohl auch ihre Fortsetzung gegen Bulun-tochoi, die Merkmale eines Grabens, und zwar mehr oder weniger jene eines Kulissengrabens an. Es kann nur als eine Bestätigung dieser Meinung und als ein Zeichen der jungen Bildung dieser Senkung gelten, dass Ignatiew, zur Untersuchung der Flötze am Saissan entsendet, an der Nordseite des See's, am Vorgebirge Tschakul, die jungen Lignitflötze in beinahe senkrechter Stellung unter den See tauchend antraf.[109]

Die seitherigen Erfahrungen stimmen dahin überein, dass Bogdanowitsch mit grossem Scharfsinne die richtige Erklärung gefunden hat und dass in der That die ganze Dsungarei gegen Osten hin durchzogen ist von Steilabfällen, welche zuweilen als grosse Treppen übereinander gereiht sind und zwischen welchen lange, nach beiden Enden hin offene oder ausflachende Gräben hinlaufen. Die letzteren sind häufig mit dem Worte Cholai bezeichnet. Dieses ist auch die Beschaffenheit der Pforte im Norden von Santochu. Dieses ist auch die Erklärung der langen felsigen Horste des Gobi-Altai und seines westlichen Umrisses. Der Gobi-Altai selbst ist ein Horst zwischen dem See'n-Thale und der dsungarischen Senkung.

Dass er nicht ein regelmässiger Faltenzug ist, geht schon aus dem Auftreten grosser Gneissmassen an seinem westlichen Fusse hervor.

Koslow hat ein anschauliches Gesammtbild des Gobi-Altai entworfen. Hienach ist der Westen des Gebirges, etwa bis in den Meridian von Kobdo, breit, mit vielen über die Schneelinie aufragenden Gipfeln, hinreichendem Niederschlag und bequemen Weideplätzen; der weit längere Osten ist arm an Wasser und nackt. Bis in die Nähe des Chuduk-nor, d. i. etwa bis 98° ö. L. besteht ein mächtiger, zusammenhängender Gebirgszug, Altain-nuru. Er ist im Norden gegen das See'n-Thal, insbesondere aber gegen Süden, gegen die Wüste, von parallelen Zügen begleitet. Jenseits 98° löst sich das ganze Gebirge in solche Züge auf, unter welchen Iche-bogdo und Baga-bogdo, SW. und SO. vom Orok-nor gelegen, die Linie des ewigen Schnee's übersteigen. Alle diese Züge fügen sich mehr oder minder genau in die bogenförmige Anlage des Gobi-Altai. Koslow's Begleiter Kasnakow, welcher die Südseite des Gebirges bereiste, sieht in der östlichen Verflachung des Zuges Gurban-Saichan in der Nähe des Tempels Schjuljute (zwischen 104° und 105° ö. L.) das Ende des Gobi Altai.[110]

Von Koslow's Arbeiten besitzen wir erst einen Vorbericht. Potanin hat vier Querprofile über den Gobi-Altai gezogen, welche ein glänzendes Zeugniss geben für die aufopferungsfähige Ausdauer dieses Forschers. Drei gehören dem Altain-nuru an; das vierte zieht über Iche-bogdo. An diese Profile knüpfen wir die Besprechung dieses grossen Gebirgszuges.

Im Gegensatze zum russischen Altai tritt hier mächtig der Gneiss hervor.

Schon das erste Profil, von Bulun-tochoi nach Kobdo, zeigt die Bedeutung des Gneisses. Der Fuss des Gebirges besteht aus grauem Gneiss und der Oberlauf des Schwarzen Irtysch, soweit er dem Gebirge angehört, sowie jener des Flusses Kran mit dem Charbagatai liegen in Gneiss. Der Gneiss hat hier eine Breite von mindestens 70—80 Werst und reicht bis in die Nähe des Ueberganges Urmugaitu (2961 M.), wo sich chloritischer Thonschiefer anschliesst. Jenseits des Ueberganges liegt in grosser Höhe der See Dain-gol; an seinem W.-Ufer erhebt sich die schneebedeckte Spitze des Mustau, und Gneiss-Schutt

kommt zum See herab. Dann ist eine Zone von Schiefer und Granitstöcken erreicht. Der Oberlauf des Sakssai bewegt sich in grünem Schiefer: Porphyr tritt hervor. Ueber dem Tal-nor und nahe dem Eise der Hochregion erscheint ein schwarzes Gestein mit prismatischer Theilung (Basalt?). Mannigfaltige Schiefergesteine folgen bis zum Uebergange Terekti (3200 M.). Noch einmal wird grauer Gneiss sichtbar; der Abstieg gegen Ost in das See'n-Thal erfolgt über furchtbar steile Granitwände; Kobdo, am Westrande des See'n-Thales (1300 M.), liegt in Granit.

Schalten wir ein, dass Prjewalski am oberen Urungu, am W.-Abhange des Gobi-Altai (91° bis 92° ö. L.) gleichfalls Gneiss angetroffen hat, ferner bläulichen Granit und Schiefer.[111]

Hr. Klemenz hat mir mitgetheilt, dass er in der Wüste südlich vom Gobi-Altai bei Nürsu (ebenfalls etwa zwischen 91° und 92° ö. L. und mehr als 100 Werst ONO. von Guschen) marine permo-carbonische Fossilien gefunden hat.

Vierhundert Werst SO. vom ersten Profile liegt der Uebergang Ulen-daban (zwischen 93° und 94° ö. L.), über welchen Potanin, der Strasse von Chami nach Kobdo folgend, sein zweites Profil geführt hat.

Auf dieser Linie befinden wir uns im Meridian von Santochu und von diesem Orte steigen wir gegen Norden ab in den Cholai (715 M.), welcher von der Dsungarei in die östliche Gobi führt und welchem auch Nürsu anzugehören scheint. Jenseits des Cholai erhebt sich ein langer Horst oder eine Stufe mit dem Uebergange Schar-nuru. Dieser und seine hohen westlichen Fortsetzungen bilden eine steile und ununterbrochene Wand an der Nordseite des Cholai und auch im Osten von Schar-nuru läuft diese Wand fort. Der Uebergang ist ganz nackt und besteht aus Felsit-Porphyr; an der Nordseite liegt Schiefer, welcher gegen Ost, beiläufig in der Richtung der Wand, streicht. Blöcke von weissem, krystallinischem Kalkstein stammen wahrscheinlich von höheren Gipfeln. Der Abstieg gegen N. ist allmählich. Dann folgt eine steile Kalkwand mit horizontalen Schichtfugen.

Hier wurden Spuren wahrscheinlich devonischer Fossilien gefunden. Ueber eine Steppe gelangt man zu den Vorhügeln

Ebschtsche, zu Schalstein und concentrisch abschälendem Grünstein. Endlich ist der Fuss der Hauptkette des Gobi-Altai erreicht.

An seinem Fusse wird sofort wieder Gneiss entblösst. Aufsteigend im Flusse Barlyk sieht man, dass dem Gneiss heftig gefalteter Glimmerschiefer und diesem noch vor der Passhöhe, sowie auf dem Passe Ulen-daban selbst (2819 M.) chloritischer Thonschiefer folgt, reich an Quarzgängen und sonstigen Einschlüssen von Quarz, wie wir ihn auf der Höhe Urmugaitu kennen gelernt haben. Aus dem Schiefer kommt auch hier auf der Nordseite des Ueberganges Granit hervor. Der See Chulmunor ist in Granit gebettet. Koslow hat ihn von Westen her erreicht und schätzt seine Höhe auf 6800 Fuss (2072 M.), während östlich von demselben, gleichfalls auf der Nordseite desselben Gebirgsrückens, der Schargin-Zagan-nor in nur 2500′ (761 M.) liegt.

Der im Querprofile gegen N. folgende Rücken Nam-kotel zeigt sonderbar gestaltete Granitfelsen. Wieder folgt chloritischer Schiefer, hier mit eingelagertem Kalkstein, und über den Rücken Detchen-daban gelangt man an den Rand des See'n-Thales.[112]

Dieses Profil weist darauf hin, dass die Horste und Staffeln gegen die Dsungarische Pforte wahrscheinlich aus jüngeren palaeozoischen Felsarten bestehen, während der Hauptzug des Gobi-Altai auch hier an der Westseite Gneiss, dann chloritischen Schiefer und Granit zeigt.

Um 220 Werst weiter gegen OSO. liegt auf dem Hauptzuge Altain-nuru der Uebergang Nur-kere (etwa 96° 20′) über den Burchan-ola, am Wege von Chami nach Uljassutai. Seine Höhe ist nicht bekannt, doch ist sie beträchtlicher als jene von Urmugaitu (2961 M.) und von Ulen-daban. Ueber ihn führt Potanin's drittes Profil. Eren-nuru heisst der steile, südwärts gekehrte Abfall einer ersten, südlichen Stufe. Eine harte grüne Felsart tritt hier zu Tage. N. vom Eren-nuru folgt Wüste bis zu dem langen nackten Granitrücken Adji-bogdo. An seinem S.-Fusse liegt Melaphyr. Dieser Abfall ist steil; gegen Nord besitzt Adji-bogdo mehrere Ausläufer. Ueber dieselben absteigend gelangt man in mächtige rothe Conglomerate, innerhalb welcher

eine Discordanz bemerkt wird. Nun folgt, nach untergeordneten Rücken, noch eine tiefe Senkung, Buru, und dann erst der Fuss des zum Hauptzuge Altain-nuru gehörigen Burchan-ola. Eine schwarze Felsart bildet den ersten Rücken, Burenchara. Dann gelangt man in chloritischen Thonschiefer mit Quarzadern. Diorit wird sichtbar, aber der Schiefer setzt sich fort und bildet steile, vereinzelte Felsen auf der Höhe des Nur-kere. Hier tritt auch Granit hervor. Schiefer und Granit bilden den nördlichen Abhang bis hinab zum Zizirin-gol. Nun folgt ein Serpentinzug, und mit diesem ist der Graben des See's Schargin-Zagan-nor erreicht.

Hier müssen wir die Besprechung des Profiles unterbrechen, um einen Blick auf die Längenerstreckung des Gebirges zu werfen.

Koslow war von Kobdo aus an der Südseite des Chara-ussu in eine gegen SO. gestreckte Niederung, Dserga, eingetreten; es ist dieselbe, in welcher Potanin bei Oeschi Pflanzenreste der Angara-Serie sammelte. Koslow's Weg führte ihn, indem er dem Nordrande des Altain-nuru folgte, auf den Uebergang Chongur-obonyn-daban (8300', 2529 M., unweit Potanin's zweitem Uebergange Ulen-daban) und zwischen polsterförmigen Felsen von Granit stieg er ab zum See Chulmu-nor (6800', 2072 M.). Ein zweiter Uebergang erreicht 7400' (2255 M.), dann gelangt man zum See Tunkul (6200', 1889 M.); jenseits von einem weiteren Sattel sinkt nun das Thalbecken zum Schargin-Zagan-nor zu unerwarteter Tiefe ab, und dieser See liegt, wie gesagt, in nur 2500' (761 M.). Noch weiter gegen Ost wird seine Wasserscheide gegen den Bagan nor in 3700' (1127 M.) von rothem Thon und Conglomerat gebildet.

Schargin-Zagan-nor (761 M.), am Nordrande der Hauptkette Altain-nuru gelegen, aber vom Graben Dsapchyn durch die Kette Taischir getrennt, ist demnach beinahe eben so tief eingesenkt als die Oberfläche des See's Ubsa an der tiefsten Stelle des See'n-Thales. Jeder der genannten See'n ist völlig vereinzelt und abflusslos.

Wir kehren zum Querprofil zurück.

Den nördlichen Rand des tiefliegenden Thales bildet die steil abfallende Südseite des eben genannten Taischir. Sie ist von beträchtlicher Höhe und besteht, wie der südliche Rand des Thales, aus Serpentin. Gegen Nord ist der Taischir von Kalkstein gebildet, unter welchem aber Serpentin sichtbar wird. So erreicht man am Sitze des Djasaktu-Chan den Graben des Dsapchyn. Auf der Nordseite dieses Grabens trifft man auf den von Klemenz beobachteten Basaltzug, welcher hier den Changai umsäumt.[113]

Zwischen dem dritten und dem vierten Profile Potanin's ist Ladygin vom östlichen Ende des Altain-nuru in meridionaler Richtung nach Su-tschou gereist. Aus dieser Reise lernen wir vor allem, dass auf dieser ganzen Strecke so zahlreiche Ketten und Rücken mit der Richtung OSO. hintereinander gereiht sind, dass es nicht leicht werden dürfte, eine bestimmte orographische Grenze zwischen den Vorlagen des Gobi-Altai und den die gleiche Richtung verfolgenden Zügen zu finden, welche als die Fortsetzung der Bei-shan anzusehen sind. Hier erfolgt offenbar eine allgemeine Beugung aus SO. in OSO. und O. gegen ONO., welche nicht nur den Verlauf des Gobi-Altai, sondern das ganze Gebiet der Gobi selbst und, wie sich bald zeigen wird, sogar Theile des Nan-shan beherrscht.[114]

Das Ende des Altain-nuru trägt den Namen Gytschigin-ula und wurde in 7000 Fuss überschritten. Das Gebirge besteht aus Schiefer und Granit. Dann folgen südwärts zwei gegen OSO. laufende Züge, Burgustin-nuru und Ederyngin-nuru (4500′, grüner Schiefer, goldführend), und hierauf eine lange Senkung, Naren-chuchu-gobi (1100′, 335 M.). Dieses ist weit und breit die tiefste Stelle. Sie wird im Süden begrenzt durch den langen Höhenzug Kökö-tymyrty (Uebergang 5000′; Gipfel etwa 6000′), welcher, indem er seine Richtung aus SO. gegen OSO. wendet, eine bogenförmige Verbindung quer über diesen ganzen Theil der Gobi herstellt, welche im NW. vom Adji-bogdo im Gobi-Altai ausgeht und über Kökö-tymyrty und eine lange Reihe anschliessender Rücken gegen Ost bis zur Kette Tostu, Dusche und dem hohen Noin-bogdo hinüberzieht, welchen wir in Potanin's viertem Profile treffen.

Die S. vom Kökö-tymyrty folgenden Rücken sind aber nicht vom Bei-shan zu trennen.

Das vierte Profil Potanin's bewegt sich W. von 101° ö. L. und liegt etwa 330 Werst OSO. von dem dritten. Es trifft nicht mehr den Altain-nuru; das Gebirge ist völlig zersplittert.

Die tiefste Stelle auf diesem Meridian, Gaschiun-nor am Ende des Edsin-gol, liegt wahrscheinlich nicht höher als 830 oder 840 M. Nördlich von demselben trifft man eine Reihe von langen, oft unterbrochenen Höhenzügen. Wir folgen für die südlichen Züge den neueren Beobachtungen von Obrutschew, für die nördlichen, welche dieser nicht besucht hat, den Berichten Potanin's.[115]

Nachdem vom Ufer des See's gegen N. etwa 60 Werst Wüste gekreuzt sind, wird der erste Rücken, Suchomtu, erreicht; er besteht aus äusserst mächtigem Ueberkohlensandstein, Str. ONO., 80°, und nach einer nicht sehr breiten Niederung folgt ein weit bedeutenderer und aus mehreren parallelen Rücken gebildeter Zug, der in seinem südlichen, höheren Theile die Namen Tostu, Dusche und Noin-bogdo trägt, welche wir eben als Theile des vom Kökö-tymyrty kommenden Bogen genannt haben. Man sieht am Südfusse Sandstein, aber die schwarzen Gipfel bestehen aus Melaphyr. Blöcke von Basalt und Limburgit, welche von einem Gipfel am östlichen Ende des Noin-bogdo herabkommen, lassen an dieser Stelle eine jüngere Ausbruchstelle vermuthen. Noch weiter gegen ONO. liegt der Rücken Deng und der Berg Chongor-oba, beide mit abweichender Richtung. Sie bestehen aus Porphyr, Tuff und im Osten aus Granit.

Nun wenden wir uns zur Linie von Potanin's Profil auf Dusche. Die Nordseite des Gebirgszuges ist Ueberkohlensandstein. Eine breite Niederung trennt ihn von dem Rücken Nemegetu. Dieser ist weniger hoch (1836 M.) und besitzt weniger zackige Umrisse. Der Uebergang zeigt Porphyrit und stellenweise Granit. In dem östlichen Theile dieses Zuges, Dsolin, wendet sich das Streichen bis 290°; hier sieht man Porphyr und Sandstein mit Porphyrgängen.

Die kaum 20—30 Werst breite Niederung N. vom Nemegetu enthält die nächst dem Gaschiun-nor tiefste Stelle auf diesem Meridian (1135 M. Potanin). Rückblickend gewahrt man, dass sowohl Nemegetu, als der entferntere aber höhere Tostu steile Abfälle gegen Nord besitzen.

Der nördlich folgende Zug Bain Zagan (1670 M.) besteht aus Gneiss; er hebt sich nur allmählig aus dem Cholai und verengt den letzteren durch Vorhügel. Bei geringer Höhe ist er auffallend breit; gegen Nord senkt er sich zu dem Flüsschen Leg (1440 M.), wo wieder Basalt hervortritt.[116]

Schon früher und über den Bain Zagan hinweg eröffnet sich dem aus der Gobi kommenden Wanderer ein durch den Gegensatz ergreifender Blick auf den mächtigen Iche-bogdo, auf den Kranz von Schneeflecken, welcher den breiten Gipfel dieses Berges umgibt und auf die schneeigen Höhen in seiner Nähe. Kein Wald bedeckt die Gehänge; nur in den Furchen erscheinen Sträucher; die Nacktheit der Gobi reckt sich bis zum Schnee empor. Die Vorberge treten mit steilen Abstürzen bis an den Leg. Die Breite des Iche-bogdo beträgt 22 Werst. Auch die Nordseite ist sehr steil und der Uebergang ist schwierig. Iche-bogdo besteht aus Granit; an einem Punkte wird Schiefer erwähnt mit einem Durchbruche von Syenit. Ueber diese älteren Felsarten hinauf ziehen sich in Treppen basaltische Decken, und auch an der höchsten erreichten Stelle (2534 M.) befand sich Potanin auf Basalt. Iche-bogdo wiederholt weit im Süden jenen Typus basaltübergossener Goltzi, welchen wir z. B. im Munku-Sagan-Chardyk kennen gelernt haben.[117]

Nordwärts senkt sich das Gebirge zum See Orok-nor (1240 M.); der Nebenzug Chodzu des Iche-bogdo umfasst ihn gegen Nord. Dann gelangt man in den hier kaum 20 Werst breiten Graben des Dsapchyn.

Oestlich von diesem Profile mögen im Gobi-Altai die staffelförmig gestellten Züge des Gurban-Saichan (drei Mächtige) noch 2500 M. erreichen.

Auf diese Art verändert sich also ausserhalb des Changai gegen Südwest und Süden der alte Scheitel. In dieses Aussen-

gebiet ist südlich vom Tannu-ola das See'n-Thal eingesenkt, mit welchem die Auflösung des weiteren Randes in Horste, Treppen und Gräben beginnt. Stückweise oder vielmehr streifenweise sinkt der Scheitel zur dsungarischen Pforte hinab. Altain-nuru, der Hauptzug des Gobi-Altai ist selbst ein solcher Horst. Wenn auch die Bruchlinien und Kesselbrüche stellenweise ein wahres Labyrinth von sich kreuzenden und gabelnden Rücken, von umschlossenen Tiefen und von langen, offenen Gräben erzeugen, besitzen sie doch im Grossen eine gemeinschaftliche Anordnung, welche sie als peripherische Disjunctiv-Linien des Scheitels kennzeichnet und das See'n-Thal mit dem Dsapchyn-Graben ist ebenso wie der Graben des Saissan ein Theil dieser Anordnung.

Viele Entdeckungen sind allerdings noch zu erwarten. Klemenz glaubt in dem südlichen Theile des russischen Altai Anzeichen einer Ueberfaltung gegen Süd zu erkennen.[118]

Oestliche Gobi. Zur Beurtheilung des Verhältnisses des Scheitels zur O.-Gobi ist nur eine Hauptquelle verfügbar, nämlich Obrutschew's Beschreibung der Linie Kjachta—Urga—Kalgan.[119]

Im Süden von Urga, wo das abflusslose Gebiet mit einer Anzahl grösserer und kleinerer abgeschlossener Mulden und Kesselthäler beginnt, beträgt die Höhe der Berge 1400—1500 M. Es ist nicht eine ebene Wüste, welche nun folgt, sondern eine Abwechslung von Bergen und Hügeln. Dabei vermindert sich die mittlere Höhe nach und nach; man gelangt in die 35 Werst breite Ebene Daitchin-dala, welche ganz ausnahmsweise nach Ost und West offenen Horizont zeigt. Fast möchte man vermuthen, sie sei ein Graben. Ihr Boden senkt sich von 950 M. gegen ihre Mitte zum Brunnen Sain-ussu bis 850 M. und dieses ist die tiefste Stelle der ganzen Linie. Die Gegend entbehrt aber auch weiterhin der grösseren Höhen und Obrutschew bezeichnet von hier an eine 340 Werst breite Region als die centrale Depression der östlichen Gobi. Die Höhen übersteigen südwärts nicht 9—1100 M. bis zu den Bergen Tabun-Tochun (1300—1400 M.), und der höchste Punkt wird endlich an der grossen Mauer (1625 M.) erreicht. Bei Kalgan folgt steiler Abbruch.

Auf den Resten des alten abgetragenen Gebirges liegen discordant die Gobi-Sedimente, bestehend aus feinkörnigem Conglomerat, mürbem Sandstein, rothem und grünlichem Mergel und weissem Mergelkalk. Nahe südlich von der Ebene Daitchindala kann man bei dem Basalt-Berge Tschernaja gora (Schwarzer Berg) wahrnehmen, dass ein Theil der Gobi-Sedimente älter und ein Theil jünger ist als der Basalt.[120] Hier sind diese Sedimente dislocirt und streichen ONO., wie das unterliegende Gebirge. Weiter im Süden ist ein sehr grosser Theil der centralen Depression von horizontalen Sedimenten derselben Art bedeckt, welche in tafelförmige Schollen aufgelöst sind. Der bereits erwähnte Fund eines Kiefers von Rhinoceros oder Aceratherium in dem weissen Mergel des Tafelberges Chuldyin-Gobi hat gezeigt, dass sie Süsswasserablagerungen von mittel- oder jungtertiärem Alter sind.

Wir wollen nun, von Urga ausgehend, Obrutschew in einer Betrachtung des alten Gebirges eine Strecke weit flüchtig folgen.

Die vom Onon her streichende palaeozoische Zone begleitet mit Str. NO. den Weg. Ihr gehört der Uebergang Chalti-daban (1650 M.) an; mit diesem ist das abflusslose Gebiet erreicht. Nun folgt ein Zug von Basalt, im Süden auch von Rhyolith von jungem Aussehen, dann ein breiter, gegen NO. streichender Zug von Gneiss und wieder jungvulcanische Vorkommnisse am Rande der Ebene Sachir-uche. Der östliche Rand dieser Ebene wird von einem langen Porphyrzuge begleitet; im Süden tritt Granit hinzu. Dann erreicht man den bereits erwähnten basaltischen Schwarzen Berg und die dislocirten Gobi-Ablagerungen. Am Brunnen Gaschiun (1090 M.) sind die Höhen jung-vulcanisch. Eine wahre Quellkuppe von Rhyolith scheint vorhanden zu sein. Ueber krystallinischen Kalkstein, Schiefer und Granit gelangt man zu der Ebene Daitchyn-dala und der tiefsten Stelle. Jenseits von dieser Ebene bestehen die Höhen wieder aus krystallinischem Kalkstein und gefaltetem Schiefer; Granitgänge sind vorhanden. Das Streichen ist regelmässig NO. Der Rücken Dolon-daban ist Gneiss; sein Streichen ist unbestimmt; an seiner Südseite liegt der Brunnen

Iche-Ude (oder Udinsk, 930 M.), und in seiner Nähe die Russkaja stanzia.[121]

Auf der ganzen Strecke von Urga bis hierher herrscht, abgesehen von einzelnen Ausnahmen, das baikal'sche Streichen NO. bis ONO. Jenseits Iche-Ude zeigt sich die Richtung WNW. und NW. Wenn nun auch später, z. B. bei Sadji-Chotu die Richtung NO. wiederkehrt, ist doch nach Obrutschew's Angaben hier eine wesentliche Veränderung des Hauptstreichens bemerkbar. Bis hierher aber herrscht im Allgemeinen die Richtung, welche dem Scheitel entspricht; es sind ähnliche alte Felsarten mit Hinzutreten palaeozoischer Spuren; man sieht auch hier das häufige Hervortreten vulcanischer Gesteine, vielleicht hier etwas häufiger mit sauren Vorkommnissen. Es ist keine Grenze des Scheitels erkennbar zum Mindesten bis zum Brunnen Iche-Ude, d. i. beiläufig bis in die Mitte der Gobi.

Ueber das Verhältniss der südlichen Falten mit NW. Streichen zum Chingan ist bei dem heutigen Stande der Erfahrungen kein Urtheil möglich.

Im südlichsten Theile tritt die Linie von Obrutschew's Reise in den Bereich der Basaltfelder der SO.-Mongolei. Der Abfall bei Kalgan, etwa 500 M. hoch, entblösst in seinem obersten Theile diesen Basalt, darunter in grosser Mächtigkeit lockere Conglomerate und Sandsteine der Gobi-Serie und als Tiefstes Trachyt. Im Trachyt liegt Kalgan.

Schluss. Um die Einzelheiten zu verbinden, hat es wünschenswerth geschienen, dass die erste Hälfte dieses Abschnittes in einem besonderen Rückblicke zusammengefasst werde (S. 97). Dort wurde der nördliche Theil des Scheitels in seiner ganzen Breite, von dem Abbruche des Horstes am Jenissei im Westen, bis zu dem Zusammentreffen mit der nördlichen Fortsetzung des grossen Chingan im Osten betrachtet. Wir haben gesehen, dass der ganze Osten dieses weiten Gebietes archaischer Felsarten von dem baikal'schen Streichen WSW. bis SW. und ebenso der ganze Westen von dem sajan'schen Streichen OSO. bis SO. beherrscht ist, und dass

beide Richtungen, wenigstens so weit die heutigen Berichte reichen, nahe W. vom Baikal-See, im Primorskii Chrebet sich in einer meridionalen Richtung zu vereinigen scheinen. Ferner hat sich gezeigt, dass durch den Einsturz eines grossen Theiles das Amphitheater von Irkutsk erzeugt worden ist, welches umgeben ist von Randfalten. Diese gehören der cambrischen und silurischen Tafel an, welche bis an's Eismeer reicht. Diese Randfalten, so wie posthume Faltung von Angara-Schichten sind als Anzeichen einer Einengung des Amphitheaters angesehen worden, während die Schichtstellung im Primorskii Chrebet und die Ueberstürzung eines Faltenzuges auf der Insel Olchon eine ähnliche Einengung in vorcambrischer Zeit andeuten. Aber es ist auch deutlich geworden, dass den Faltungen des alten Scheitels disjunctive Vorgänge gefolgt sind, welche sich in der Bildung der langen Gräben und Brüche im Osten des Baikal, der Gräben am Gänse-See, an der Djida und am Chilok, endlich der beiden Hälften des Baikal-See's äussern. Die hochliegenden basischen Laven wurden erwähnt; das Alter eines Theiles derselben wurde bis in die permische Zeit verfolgt, während ein anderer Theil für sehr jung gehalten werden muss.

Die zweite Hälfte dieses Abschnittes hat die Erweiterung des Scheitels gegen Süd gebracht.

Ein breiter Zug von Schiefer und Grauwacke, zu welchem die devonischen Vorkommnisse des östlichen Sabaikalien gehören, zieht von Nordosten her in die Mongolei herab. Ein Vorläufer dieser palaeozoischen Zone ist schon 70 Kilom. S. von Kjachta sichtbar, aber der Hauptzug beginnt bei Strjetensk an der Schilka, ist mehrfach zertheilt, vereinigt sich wieder, erreicht das Thal des oberen Onon, zieht an Urga vorbei, umfasst das ganze Gebirgsland der N.-Mongolei bis zum Eingange in das See'n-Thal und stellt die Zugehörigkeit des Changai zum Scheitel ausser Zweifel.

Noch ausserhalb dieser Umgürtung herrscht das normale baikal'sche Streichen gegen ONO. bis zum Brunnen Iche-Ude in der östlichen Gobi.

In dem westlichen Theile des Changai sieht man nicht die normale sajan'sche Richtung OSO. bis SO., sondern das Streichen

ist, so weit man es kennt, mehr gegen SSO. gerichtet; gegen den Südrand der Mitte wird es OW.

Dass auch hier disjunctive Vorgänge eingetreten sind, ergibt sich nicht nur innerhalb des Changai selbst aus den vielen Vorkommnissen von Basalt und den jungen Krateren am Terchain-Zagan-nor, sondern ganz insbesondere aus dem Baue der westlichen und südlichen Randgebiete. Der Dsapchyn-Graben, das See'n-Thal, dessen tiefste Senkung Ubsa am weitesten innerhalb des Gebirges liegt, der Graben zwischen dem See Saissan und Bulun-tochoi, alle die Gräben am Aussenrande des Gobi-Altai bis weit in die dsungarische Wüste hinaus, endlich die Auflösung des Gobi-Altai selbst in lange horstähnliche Streifen zeigen an, dass disjunctive Vorgänge auch hier, und zwar in sehr hohem Maasse sich geäussert haben. Im See'n-Thale wiederholen die langen und schmalen Horste, welche es schräg durchziehen, wie Chanchuchei und Argalintu, das Bild von Swiatoj Noss und Olchon. Auch diese grossen Disjunctiv-Linien folgen beiläufig der sajan'schen Richtung und der bogenförmigen Anlage des ganzen Scheitels.

Auch die hochliegenden Laven fehlen nicht. Melaphyr liegt, von Eis bedeckt, auf den Höhen des Otchon-chairchan-Tengri, O. von Uljassutai, und Basalt auf dem Iche-bogdo, welcher sich zwischen der Fortsetzung des Dsapchyn-Grabens und der Gobi auf einem der Aeste des zertrennten Gobi-Altai erhebt.

Anders ist es im Zwischengebiete von Minussinsk.

Das auffallendste Merkmal ist hier die Transgression des Devon, welche häufig von Culm begleitet ist. Sie steigt weit über 8000 Fuss an, und erreicht nicht nur die Gipfel des Tannu-ola und des in das See'n-Thal weit hineinragenden Charkira, sondern auch einzelne Tiefen des See'n-Thales und wahrscheinlich das Quellgebiet des Kobdo. Die Transgression an sich kann aber als ein tektonisches Kennzeichen nicht dienen. Die wesentliche Verschiedenheit liegt in dem abweichenden Streichen des West-Sajan und des Tannu-ola, welche gegen OW. oder ONO. gerichtet ist. Ebenso sieht man, dass der

Jenissei oberhalb Krasnojarsk und oberhalb der Fortsetzungen des Ost-Sajan eine Reihe hufeisenförmiger Falten des Devon durchschneidet, welche, nach den vorliegenden Berichten, völlig den posthumen hufeisenförmigen Falten der Angara-Schichten in der Mitte des Amphitheaters von Irkutsk gleichen.

Man könnte vermuthen, dass in Minussinsk eine weitere, selbständige Region der Verengung, vielleicht die Anlage eines selbständigen Scheitels zwischen Ost-Sajan und Kusnetzkii Alatau, vorhanden sei. Leider ist mancher Theil im Süden, so die Ausbreitung der Ueberstürzung am Tasskyl und der östliche Theil des Tannu-ola, noch zu wenig bekannt.

Auch in dem ganzen Bereiche der in der zweiten Hälfte dieses Abschnittes besprochenen Landstriche ist die mesozoische und die tertiäre Zeit nur durch pflanzenführende Schichten vertreten.

Anmerkungen zu Abschnitt III: Der alte Scheitel.

[1] Meglitzki, Geogn. Skizzen aus Ost-Sibirien; Verh. russ. mineral. Ges. 1855—56, S. 109—171, Karte.

[2] J. D. Tscherski, Grundzüge der Tektonik u. Entstehung des Gebirgslandes von Ost-Sibirien als der NW. Umrandung von Inner-Asien; Trudi d. S. Petersb. Naturf.-Gesellsch. XVII, Heft 2, Protok. p. 52—58; Bericht üb. d. geol. Untersuch. der Ufer des Baikal-See's, I. Theil; Isw. ostsib. Abth. russ. Geogr. Gesellsch. 1886, XII, p. 1—405; Geol. Untersuch. der sibir. Poststrasse vom Baikal bis zum Ostrande des Ural; Mém. Acad. Petersb. 1888, LIX, Beil. 2; Resultate einer Untersuch. d. Baikal-See's (herausgegeb. unt. d. Redaction von J. W. Muschketow); Material z. Geol. Russl. 1889, XIII, S. 1—48, u. geol. Karte des Baikal in 2 Blättern u. and.

[3] Insbesondere Obrutschew, Geol. Beob. in Transbaikalien im J. 1896; Djel. Dor. 1898, X, p. 43 u. dess. Geol. Beob. in SW. Transbaikalien im J. 1897, eb. das. 1899, XVIII, p. 25, u. an anderen Orten.

[4] Th. v. Middendorff, Reise in d. äusserst. Norden u. Osten Sibiriens; 1848, I, 1, S. 216; 1867, IV, 2, S. 230, 327; Atlas, Taf. X—XII.

[5] N. G. Meglitzki, Beschreibung der Jakutsk'schen Expedition von 1851; nach dessen Berichten, Tagebüchern u. Sammlungen, von M. P. Melnikow; Gornoi Journ. 1893, III, S. 111 u. folg. Führer dieser Expedition war General Agte. Meglitzki stellte den Bericht im J. 1853 fertig und starb im J. 1857, erst 32 Jahre alt, zu Weimar in Folge der Anstrengungen. Erst lange nach seinem Tode ist der Bericht in die Oeffentlichkeit gelangt und er ist meines Wissens noch nicht durch neuere Arbeiten überholt.

[6] Bogdanowitsch, Einige Mittheil. über den Gang der Arbeiten der Ochotsk-Kamtschatsk. Berg-Expedition (vorgel. v. L. A. Jatschewski); aus d. Iswestj. des Vereines d. Berg-Ingenieure, Petersb.; Sitzung v. 9. Dec. 1896, S. 3 u. folg. Der Punkt des Djugdjur, welchen Bogdanowitsch erstieg, scheint von dem Uebergange Meglitzki's nicht allzu entfernt zu sein. Der letztere ist auch von Ajan aus über das Gebirge gegangen.

[7] P. Kropotkin u. J. Poljakow, Bericht üb. die Olekminsk-Witimsk-Expedition; Sapiski russ. geogr. Ges. 1873, III; insb. S. 191 u. folg.

[8] Eb. das. S. 214.

[9] W. A. Obrutschew, Geol. Untersuch. des Gebirgslandes von Olekma-Witim und seiner Goldlagerstätten im J. 1890; Isw. ostsib. Abth. russ. Geogr. Ges. 1891, XXII, S. 1—71, Karten; dess. Bericht f. 1891, eb. das. 1892, XXIII, S. 1—28.

[10] J. A. Lopatin, Tagebuch d. Witim'schen Expedition im J. 1865; hggeb. v. W. K. Polenow; Sapisk. russ. geogr. Ges. 1895; 283 pp. u. Karte; Polenow, Die massigen Gesteine vom N. Theile des Witim-Plateau; Trudi Naturf.-Ges. S. Petersb. 1899, XVII, p. 89—482; Kropotkin's Sammlungen sind leider bei einem Brande des Museum's in

Irkutsk zu Grunde gegangen. — Es ist sehr zu bedauern, dass von Jos. Martin's beschwerlicher Reise auf der Linie zwischen Olekma und Witim nur Weniges an die Oeffentlichkeit gelangt ist. Die gesammelten Felsarten gingen verloren; man weiss nur, dass er im Norden Granit und vom See Amadiss an Schiefer und geschichtetes Gebirge traf. Südlich vom See Netschatka wird der Wasserscheide die Höhe von 2500—3000 M. gegeben; ich habe Näheres über den Bestand eines so hohen Gebirges nicht in Erfahrung bringen können. Es bestehen auch Nachrichten von einem hohen Gebirge am Kalar, auch diese sind ohne Bestätigung; Jos. Martin, Voy. dans la Sibérie or.; Bull. soc. géogr. Paris, 1887, p. 219—236, Karte; insb. p. 228.

[11] Die betreffenden Berichte von Obrutschew, Gerasimow u. Gedroitz bilden die Hefte VI, 1897, X, 1898, XVIII, 1899 u. XIX, 1899 in Djel. Dor. Das letzte Heft enthält eine geol. Karte des ganzen Gebietes. Eine kurze Uebersicht mit der Skizze einer tektonischen Karte gab Obrutschew vor dem Geographen-Congresse in Berlin 1899; Ausz. v. Vorträgen, S. 8—11, Karte. Ebenso in: Aperçu des Explor. géol. et minières le long du Transsiberien; publ. par le Comité Géol. de Russie (Expos. univ. de Paris, 1900), 8°, mit Karte. Hier sind auch Brüche im Osten mit weiteren selbständigen Namen belegt (p. 142 u. folg.).

[12] Polenow, Mass. Gesteine, p. 100; für den NO. des Baikal hat bereits Schwarz eine ähnliche Meinung geäussert; vgl. Kropotkin, Sapisk. 1873, III, p. 345.

[13] Polenow, Mass. Gesteine, p. 348.

[14] Der Goldgräber Buiwid scheint die Aufmerksamkeit auf diese Vulcane und namentlich auf den V. Muschketow gelenkt zu haben; Isw. russ. geogr. Ges. 1898, XXXIV, p. 222.

[15] Gerasimow, Djel. Dor. 1899, XIX, p. 15; Obrutschew, eb. das. p. 108; auch Djel. Dor. 1897, VI, 26, u. an and. Ort.

[16] Radde hat ihn bereits beschrieben; Berichte üb. Reisen im Süden Sibirien's; Baer u. Helmersen, Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, 1861, XXIII, S. 456. Von den Gebirgen bei Akscha am Onon hat Makerow eine Schilderung gegeben; Geol. Umriss d. Goldstätt. im Amursk. Revier; Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges., Irkutsk 1899, XX, Nr. 3, p. 45 u. 55.

[17] Middendorff hat die Fischreste entdeckt (Lycoptera Middendorffi Müll.); die Ablagerungen hat auch Sergijew beschrieben; Gorn. Journ. 1897, I, p. 71. Genaue Angaben bringt Gerasimow, Djel. Dor. 1899, XVIII, p. 88. Am Rande der Niederung der See'n zeigen sich Terrassen; hier erhebt sich der durch seine Mineral-Vorkommnisse bekannte Granit-Rücken Adon-tschilon.

[18] Gedroitz, Djel. Dor. 1897, VI, p. 124; 1899, XVIII, p. 141 u. folg.

[19] Obrutschew, Djel. Dor. 1899, XIX, p. 115.

[20] Th. K. Drishenko, Recognoscirung des See's Baikal im J. 1896; Isw. russ. geogr. Ges. 1897, XXXIII, p. 210—241, Karten.

[21] Nach Drishenko, p. 227, ist zu vermuthen, dass dieser Rücken mindestens 23 Werst lang ist.

[22] J. G. Georgi, Bemerkungen zu einer Reise im Russischen Reiche im J. 1772; 4°, S. Petersburg 1775, I, S. 150.

[23] Obrutschew in Iswest. ostsibir. Abth. russ. geogr. Gesellsch. Irkutsk, 1897, XXVIII, p. 14.

[24] L. Jatschewski, Geol. Forschungen längs der sibir. Eisenbahnlinie im Süden des See's Baikal; Djel. Dor. 1898, VII, S. 20—22. Die Neigung ist 12° NW. u. die Erhebung über den See nicht bedeutend.

[25] Nördlich von 57° n. Br. erleidet der Witim eine seeartige Erweiterung; diese steht gegen Ost mit einer zweiten, kleineren Wasserfläche durch eine Enge in Verbindung; diese letztere ist der See Oron.

[26] W. Dybowski, Notiz über eine die Entstehung des Baikal-See's betreff. Hypothese: Bull. soc. natur. Moscou, 1884, LIX, p. 175—181. Hier auch eine ausführliche Darlegung der Ansichten von Humboldt, Peschel u. Tscherski.

[27] Resultate der wiss. Erforsch. des Balatonsee's, hggeb. v. d. ungar. geogr. Gesellsch. 1897, IIa; Eug. Vángel, Coelenterata, S. 68, 69.

[28] B. Dybowski, Vorl. Mittheil. über die Fischfauna des Ononflusses u. des Ingoda in Transbaikalien; Verh d. zool. bot. Verein. Wien, 1869, XIX, S. 945—958; dess. Zur Kenntniss d. Fischfauna d. Amurgebietes, eb. das. 1872, XXII, S. 209—222; S. Herzenstein u. N. Warpachowski, Not. üb. die Fischfauna d. Amurgebietes u. d. angrenz. Gebiete; Trudi d. zool. Gesellsch. S. Petersburg, 1887, XVIII, 58 pp. — Nikolski hat die Meinung ausgesprochen, dass zwischen der Fischfauna des Balchasch u. des Lob Nor gewisse Uebereinstimmungen bestehen; Nikitin hat sich aus geologischen Gründen dagegen ausgesprochen; eine neue Prüfung scheint sehr erwünscht; vgl. Trudi d. Naturf.-Ges. Petersb. XVI u. XVIII, Neu. Jahrb. f. Min. 1887, Heft 1.

[29] W. Dybowski, Die Gastropoden-Fauna des Baikal-See's, anat. u. syst. bearbeitet; Mém. Acad. S. Petersbourg, 1875, 7. sér., XXII, Nr. 8

[30] Th. Fuchs, Ueb. die lebenden Analoga der jungtertiären Paludinen-Schichten u. der Melanopsiden-Schichten Ost-Europa's; Verhandl. geol Reichsanst. 1879, S. 297—300.

[31] M. Neumayr, Ueb. einige Süsswasser-Conchylien aus China; Neu. Jahrb. f. Min. 1883, II, S. 21—26.

[32] Eine ähnliche Meinung hat auch R. Credner im J. 1887 vertreten; Die Relicten-Seen; Peterm. Mitth. Ergänzgsheft 86, S. 17, 59, u. 1888, Ergänzgsh. 89, S. 25.

[33] A. Bittner, Die tert. Ablagerungen von Trifail u. Sagor; Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1884, XXXIV, S. 513. Hydrobia (Godlewskia?) spec., nahe der Godl. turriformis Dyb ; S. 514, Valvata (?) Rothleitneri u. sp. entfernt ähnlich sculpturirt wie Valv. baikalensis Gerstf.; Brusina Spir.. Fauna foss. terziaria di Markusavec in Croatia: Glasnik, Soc. hist. nat. Croatica, Agram, 1892, VII, p. 113—210; Em. Lörenthey, Neuere Daten zur Kenntniss der oberpontischen Fauna v. Szegzárd; Természetr. Füzet. Mus. Nat. Hungar. 1895, XVIII, p. 320. Brusina fand zugleich mit Baglivia u den typischen Vertretern der pontischen Stufe, wie Melanopsis Vindobonensis u. Congeria subglobosa, auch Formen des Kaspischen Meeres, wie Caspia eb. das p. 119).

[34] R. Hoernes, Sarmat. Conchyl. aus d. Oedenburger Comitat; S. 74, 75 und Die Relictennatur der Fauna des Baikal-See's; Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1897, XLVII, S. 89—94. Hier auch Penck's Bemerkung über den Unterschied zwischen Relictenfauna u. Relictensee.

[35] Drischenko am ang. Ort. p. 241.

[36] Richthofen, China, I, S. 24, 25.

[37] Supplem. Papers Geogr. Soc. 1890, III, p. 13; auch Sven Hedin, Durch Asien's Wüsten, 8°, 1899, I. S. 328; Auf der Reise N. von dieser Höhe war es, wo Sven Hedin seine Karawane untergehen sah und kaum sein Leben rettete.

[38] Obrutschew, Isw. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 98, 723, 727 u. folg.

[39] L. v. Lóczy, Ost-Asien; Reise d. Graf. Béla Széchényi, I, 1893, S. 822—827, III, 1899, S. 212—215; C. L. Griesbach, Geol. of the Central Himálayas; Mem. geol. surv. Ind. 1891, XXIII, p. 82—87: die Säugthierreste von Hundes liegen etwa 14—15.000 Fuss über dem Meere.

[40] Ueberreste von Rhinoceros sp. aus der östlichen Mongolei: Verh. russ. min. Gesellsch. 1899, 2. ser., XXXVI, S. 171—180: W. Obrutschew, Central-Asien, Nord-China u. Nan-shan; hggeb. v. d. k. russ. geogr. Gesellsch., 4°, S. Petersb. 1900, I, p. 88 u. folg., r.

[41] W. M. Davis, The freshwater tertiary formations of the Rocky Mountain Region; Proc. Am. Acad. of Arts and Sciences, 1900, XXXV, Nr. 17, p. 345—373; Penck, Morphologie d. Erdoberfläche; 8°, 1894, II, S 24—36.

[42] Hggeb. unter der Redaction von Muschketow; Material. z. Geol. Russl. 1889, XIII.

[43] Tscherski, Asia, II, S. 163.

[44] L. Jatschewski, Djel. Dor. 1898, VII, S. 2—6.

[45] N. Idjitzki, Geol. Forschungen im Irkutsk. Gubern. im J. 1895; Djel. Dor. 1898, VII, S. 113—153, Karte.

[46] Asia, II, p. 149, 232, 456, 464, 480; für den Norden, II, p. 514, 589. Indem ich die Ueberstürzung nur auf die Synclinale im Maloe More beschränke, folge ich der ausführlichen Beschreibung, welche Obrutschew von den Falten auf Olchon gegeben hat; dess. Orogeol. Beob. auf d. Insel Olchon u. d. westl. Pri-Baikal; Gorn. Journ. 1890, III, p. 429—457, Karten. Für die Schichtfolge auch dess. Excursion zu dem goldführenden Bezirke des westl. Pri-Baikal an den Flüssen Sarma u. Ilikta; Isw. ostsib. Abth. geogr. Gesellsch. Irkutsk, 1897, XXVIII, S. 1—24, Karte. Hier wird zwischen dem laurentischen Gneiss-Granit von Olchon u. der cambrisch-silurischen Reihe eine huronische Serie ausgeschieden.

[47] Asia, I, p. 128, 145; II, r. 2, 14; auch Tscherski, Das Elow'sche Nebengebirge; Iswest. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. 1875, VI, Nr. 4; Velain bezeichnet die Laven von Baikal als augitischen Andesit mit Labrador; Notes géol. sur la Sibérie orient. d'après les observations faites par M. Martin: Bull. soc. géol. 1885, 3. sér., XIV, p. 164.

[48] L. Jatschewski, Geol. Vorbedingungen für den Bau des Tunnels von Syrkusun; Djel. Dor. 1899, XI, p. 1—11.

[49] L. Jatschewski, Bericht üb. die Forschungen in d. Gegend, welche an die S. Theile des Baikal grenzt; Djel. Dor. 1897, VII, S. 1—29, insb. S. 6—9. Die tiefe Lage muss auffallend sein, denn die russ. 40 Werst-Karte bezeichnet die OW.-Furche, welche zu diesen See'n führt, mit dem Namen ‚Choloi', welcher, wie sich weiter zeigen wird, von den Mongolen solchen Tiefenlinien beigelegt wird.

[50] Jatschewski, eb. das. p. 9—14. Nach der russ. 40 Werst-Karte liegt der Uebergangspunkt Schibetskaja 65 W. von dem nächsten Punkte an der Djida (bei der Zakirskaja Kar.) u. 60 W. vom nächsten Punkte am Ufer des Baikal (O. von Kultuk).

[51] Obrutschew, Djel. Dor. 1899, XVIII, S. 25.

[52] Tschekanowski in Asia, I, 1894, p. 108; weitere Angaben für die Schlucht der Irkuta, I, p. 127, für Kultuk II, p. 13 u. s. w. Das Thal der Ospa zeigt grosse Verschiedenartigkeit der Angaben.

[53] Radde in Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, hggeb. von Baer und Helmersen, 1861, XXIII; Asia, I, p. 46, 50. S. P. Peratoltschin, Ersteigung des Munku Sardyk im Sommer 1896; Isw. ostsibir. Abth. k. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1897, XXVIII, p. 270—279, Karte.

[54] Jatschewski, Bericht üb. d. Expedition Prein u. Jatschewski; Brief aus dem Mondin'schen Missionshaus (= Changin'sche Karaula) v. 5. Juli 1887; Iswest. ostsib. Ges. 1887, XVII, p. 212—221.

[55] So weit ich aus den mir zu Gebote stehenden Angaben zu entnehmen im Stande bin, ist das WNW. bis NW. (sajan'sche) Streichen festgestellt: Im Elow'schen Rücken und dem ganzen zunächstliegenden Theile der Tunkin'schen Alpen bis an den Unterlauf des Djemtschug oberhalb Tunkinsk am Abhange des Sajan und bis in das Thal der Bogdaschka (N. vom Nilan-Saram) an dem Nordgehänge der Kitoischen Alpen. Aber schon im Thale des Kitoikin (an der S.-Seite des Nilan-Saram), dann im Thale des Chongoldei in den Tunkin'schen u. im ganzen Querprofile des Munku-Sagan-Chardyk in den Kitoi'schen Alpen ist ein Schwanken in den Angaben, und selbst noch weiter im Westen häufig die (baikal'sche) NO.-Richtung oder auch OW. beobachtet worden.

[56] Asia, I, p. 213 u. folg. Der See Iltschir, etwa 40 Werst gegen WSW. von hier im Kitoi'schen Gebirge gelegen, obwohl er sein Wasser zur Irkuta abgibt, ist gleichfalls unter diese Tafeln von Lava eingesenkt. Die Auflagerungsgrenze auf der Höhe des Munku-Sagan-Chardyk beträgt, wie gesagt, 2584 M.; an einer tiefen Stelle ist sie 2266 M., rings um den See Iltschir, der in archaischem Gestein liegt, 2180 M., und an einem unter dem Namen ‚das Tischchen' bekannten, benachbarten Tafelberge liegt sie in 2148 M. Tscherski in Asia, I, p. 246. Für 300 M. Erosion in Glimmerschiefer seit der oligocänen Zeit und für hochliegende Laven vgl. Boule, Bull. serv. carte géol.; Comptes rend. des Collab. pour 1899, p. 107.

57 Auerbach, Bull. soc. nat. Moscou, 1856, XXIX, p. 154—158 (mineralog. Beschreibung des Graphites); Asia, I, p. 157 u. folg.; insb. L. Jatschewski, Das Lager von Graphitit des J. Alibert am Botogolskii Goletz; Djel. Dor. 1899, XI, p. 19—56.

58 Asia, I, p. 24 u. folg. Tscherski hat seinerzeit diese Meinung bestritten; seitdem aber an mehreren Orten des inneren Sibirien Ausbruchstellen gefunden wurden, sehe ich keinen wesentlichen Grund zu einem Zweifel.

59 E. Hofmann, Reise nach d. Goldwäschen Sibirien's; Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reich. 1847, XII, S. 108, 117, 119, 123, 131, 140; N. Idjitzki, Geol. Forsch. längs d. sibir. Eisenbahnstr. im J. 1894; Djel. Dor. 1896, III, p. 80, 84, Karte.

60 Hofmann, eb. das. S. 124. Aus der oberen Birjussa geben wohl einige wenige Beobachtungen Str. OW. an, doch steht das Vorherrschen von NW. ausser Zweifel.

61 Potanin, Skizzen aus der NW. Mongolei, III, p. 172. Alle von Potanin am Dod Nor u. in der Umgebung des Kossogol gesammelten Basalte sind typische Plagioklas-Basalte; P. Wenjukow, Ueber einige Basalte N.-Asiens; Trudi Naturf.-Gesellsch. Petersb. 1885, XVI, p. 287—309, insb. p. 299.

62 P. N. Krylow, Reise in das Urjanchai'sche Gebiet im J. 1892; Obschtsch. k russ. geogr. Ges. 1893, XXIX, p. 274—291, Karte: A. Saitzew, Petrograph. Material, gesamm. v. P. N. Krylow im Sajanischen Berglande u. im Gebiete v. Urjanchaisk; Isw. Univ. Tomsk, 1896, IX, Nr. 6, 23 pp.

63 N. Idjitzki, Geol. Arbeit. im Krasnojarsk. u. Kansk. Bezirke des Jenisseisk. Gubernium's für 1893; Gorn. Journ. 1895, II, p. 53—93.

64 C. Bogdanowitsch, Ueb. die im J. 1893 längs der Eisenbahnlinie des W.-Sibirien ausgeführt. geolog. Untersuch.; Gorn. Journ. 1894, II, Nr. 9 u. 10, und Bull. Com. géol. 1894, p. 229—280; geol. Karte. Die palaeozoischen Sedimente dieses Faltenzuges sind auf der Karte mit S_2 und D_1 bezeichnet.

65 Dem südlichen Abhange dieses Faltenzuges gehört auch das Irbin'sche Bergbau-Revier an; B. K. Jaworowski, Gorn. Journ. 1894, II, u. an and. Ort.

66 L. Jatschewski, Bericht üb. d. geol. Forschungen, welche im J. 1893 im Jenissei'schen Gubernium ausgef. wurd.; Gorn. Journ. 1894, II, p. 305, 315.

67 Es sind mir Zweifel darüber geblieben, ob in der Karte von Brusytzin, Djel. Dor. 1899, XIII, der am Tumantschet verzeichnete Granit als der wahre Rand des Ost-Sajan, oder vielmehr als ein Theil der von Idjitzki von hier beschriebenen jüngeren Granitmasse aufzufassen sei.

68 F. Schmidt, Ueb. einige neue ostsibir. Trilobiten; Bull. Acad. Petersb. 1886, XXX, p. 501; v. Toll, Verh. k. russ. min. Ges. 1892, S. 279, u. Neu. Jahrb. 1892, S. 164. Th. Tschernyschew, Material. z. Kenntniss d. devonisch. Fauna des Altai; Verhandl. k. russ. min. Ges. 1893, S. 38 (Sep.-Abd.), Note 1; auch Idjitzki, Djel. Dor. III, S. 66, u. insb. Toll, Beitr. z. Kenntniss d. Sibir. Cambrium, I; Mém. Acad. Petersb. 1899, 8. sér., VIII, Nr. 10, p. 16—20 u. 33—48.

69 Die geol. Karte von Bogdanowitsch in Bull. Com. géol. 1894, XIII, zeigt die Verbreitung dieser Gesteine an der unteren Kana.

70 L. Jatschewski, Geol. Forschungen im N. Theil des Kan'schen Bezirkes zwischen N.-Udinsk u. Kimilteisk; Djel. Dor. 1896, III, S. 1—24, Karte.

71 Ders., Gorn. Journ. 1894, II, p. 315.

72 Hofmann, Reise in d. Goldwäsch. Sib., S. 155—209. L. Jatschewski, Kurzer Bericht üb. d. N. Jenissei'sch. Berg-Bezirk; Gorn. Journ. 1894, I, p. 125—144, Karte.

73 A. Meister, Bassin der Flüsse Uderej u. Udoronga; Geol. Beob. im Jenisseisk. goldführ. Bezirke; I. Heft, 1900, 87 pp., Karte. r.

74 D. Klemenz, Die Salzsee'n des Minussinisch. u. Atschinisch. Kreises u. die devon. Ablagerungen am ober. Jennissei; Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1892, XXIII, p. 28—83, insb. p. 49.

75 Tschernyschew, Fauna d. mittl. u. ob. Devon am West-Abhange des Ural; Mém. Com. géol. 1887, III, Nr. 3, p. 194; Die devonischen Fossilien von der Beja (r. Zufl. d. Abakan) beschrieb Stuckenberg, Material z. Kenntniss d. devon. Ablag. Sibiriens;

Mém. Acad. Petersb. 1886, 7. sér., XXIV, Nr. 1. Osteolepis u. Coccosteus (?) vom Salz-See Kisi-Kul, 50 Werst W. von Minussinsk, beschrieb Rohon in Mém. Acad. Petersb. 1889, 7. sér., XXX (VI), Nr. 13.

[76] Die mir mit so ausserordentlichem Entgegenkommen zur Verfügung gestellten Aufschreibungen und Skizzen umfassen die folgenden Gebiete: 1. Das obere Quellgebiet des Kemtschik und Alasch sammt den NO.-Abhängen des Sailjugem (1886, 1887 u. folg.); 2. das Thal der Tschuja u. eines Theiles der Katunj (1898); 3. das Gebiet zwischen den Flüssen Ssakssai u. Zagan-gol (oberstes Quellgebiet des Fl. Kobdo) in der Mongolei (1896); 4. Ulan-Daban, Barmen-Daban, See'n Urju-Nor u. Atschit-Nor (1895); 5. Uebergang Schabin-Daban des West-Sajan; 6. Lagerung des Devon bei Beiskoje am Abakan; 7. Bergmasse Sakssar am unteren Abakan.

[77] K. Bogdanowitsch u. P. Jaworowski, Geol. Untersuch. in W.-Sibirien, Gorn. Journ. 1883, II, p. 290; K. Jaworowski, Ueb. die geol. Forschungen, welche im J. 1893 im NO. Theile des Minussinsk. Bezirkes im Irbinsk. Berg-Revier ausgeführt wurden; eb. das. 1894, II; K. Bogdanowitsch, Untersuch. längs der Linie der sibir. Eisenbahn im J. 1893; Bull. Com. géol. 1894, XIII, p. 229—280, Karte; Jaworowski, eb. das. 1895, XIV. p. 195—228.

[78] Klemenz, Tagebuch und Salz-See'n, p. 47 u. 72. Der von Bogdanowitsch beschriebene lange Berg Isych, SW. von der Stadt Minussinsk, aus Devon u. Culm bestehend, zeigt vielleicht auch die Stufe der tungusischen Flora; dieses ist die einzige mir bekannt gewordene Spur jüngerer Bildungen im Gebiete von Minussinsk. Der Berg gehört zu den westlichen Faltenzügen. Die nördliche Fortsetzung des Devon längs des NO.-Abhanges des Alatau bis über Mariinsk hinaus wurde beschrieben von Saitzew in Gorn. Journ. 1893, p. 451—464, u. eb. das. 1894, p. 183—195.

[79] Klemenz, Sapisk. westsib. Abth. russ. geogr. Ges. Omsk, 1885, VII, 2, p. 6 u. folg.; Sitzungs-Protok., p. 3. Die Wasserscheide besteht aus Thonschiefer, Quarz-Conglomerat, quarzitischem Schiefer u. Diorit. Aehnliche Gesteine erscheinen in d. Mitte des Kusnetzkii Alatau.

[80] Bogdanowitsch u Jaworowski, Gorn. Journ. 1893, II, p. 291.

[81] Ary-Kem der 40 Werst-Karte; der See Sut, welcher O. von hier liegen soll, besteht nicht.

[82] P. N. Krylow, Reise in das Urjanchai'sche Gebiet im J. 1892, p. 274, Karte; A. Saitzew, Petrograph. Material, gesammelt v. P. N. Krylow im Sajanischen Berglande u. im Gebiete v. Urjanchaisk; Isw. Univ. Tomsk. 1896, IX, Nr. 6, 23 pp.

[83] Bergrücken zwischen den Flüsschen Kara-chem u. Ulun-taschtyk: Grün. Schiefer, Str. 320 NW., Fall. 80° SW.; Spitze des Berges Kynsy-Made: Kieselschiefer, Str. 291° NW., Fall. 66° SW.; Felsen bei d. Mündung des Fl. Tschogom in den Ut: Str. 305° NW., Fall. 14° SO. Alle diese Punkte nach dem Bericht des Hrn. Obrist Baranow.

[84] Auch Potanin hat den Chairchan beschrieben; Skizz. aus d. Mongolei, III, p. 120.

[85] Der Astronom Schwarz hat vor Jahren in diesen Gegenden, sowie weit und breit durch Sibirien Beobachtungen gesammelt, welche für Minussinsk von Grewingk zu einer ersten Skizze einer geologischen Karte vereinigt worden sind; vgl. Otsch. russ geogr Ges. 1864 u. an and. Ort. Adrianow traf an der Mündung der Abdyra in den Jenissei (52° 42') Talkschiefer Str. NO. 60°. Adrianow, Sap. russ. geogr. Ges. 1888, XI, p. 278. Darunter folgt die gefährlichste Schwelle Barka; sie besteht aus Granit.

[86] Klemenz, Tagebuch; z. Th. auch Voy. en Mongolie occid.; Bull. soc. géogr. Paris, 1899, 7. sér., XX, p. 308—314.

[87] Adrianow, Wanderung auf d. Altai u. s. w.; S. 241 u. folg. Das Aneroid Naudet reichte nicht zur Bestimmung der Höhe aus.

[88] Krylow, Isw. 1898, XXIX, p. 274; Saitzew, Isw. Univ. Tomsk, 1896, p. 11.

[89] Potanin, Skizzen aus der NW. Mongolei, III, S. 114—118. Auch Klemenz hat dieses Profil begangen.

[90] Schmalhausen, Pflanzenpal. Beiträge; Bull. Acad. Petersb. 1883, XXVIII, p. 426.

91 Potanin, Skizzen aus der NW. Mongolei, III, S. 122, 146; Adrianow, Wanderung, S. 273.

92 Potanin, Eb. das. I, p. 265, III, p. 3, XXX, 139, 146, 148, 153 u. an and. Ort.

93 Potanin, Eb. das. I, p. 274; einzelne Kalkzüge verlaufen SO.—NW., d. i. im Sinne des Gebirgszuges selbst und quer auf den Fluss Schabir; Sangin-dalai, S. 253.

94 D. Klemenz, Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1896, XXVII, Berichte, p. 60, und 1897, XXVIII, p. 158; Klemenz, Mittheilung üb. die Expedition in d. Mongolei im J 1894; Isw. ostsib. Abth. 1894, XXV, p. 126—129: auch dess. Voy. en Mongolie occid. de 1885 à 1897: Bull. soc. géogr. Paris, 1899, XX, p. 308—329, Karte: insb. p. 317.

95 Obrutschew, Kurzer geol. Umriss der Karawanen-Strasse von Kjachta n. Kalgan; Isw. russ geogr. Ges. 1893, XXIX, p. 347—390, Profile: dess. Central-Asien, Nord-China u. Nanshan: 4°, Petersb. 1900, I, insb. p. 20 u. folg.: Karten, r.

96 G. N Potanin, Tangutisch-Tibetische Umrandung von China u. die centrale Mongolei; 4°, Petersb. 1893, I, p. 481, 503 u. folg. r.

97 Obrutschew, Karawanen-Strasse, p 354; dess. Central-Asien, I, p. 10.

98 Hr. Obrutschew hat die Güte gehabt, mir den kleinen Hohldruck auf der Aussenfläche eines Schieferstückes anzuvertrauen. Die Art, wie die Rippen über die Kante setzen, beweist die Richtigkeit der generischen Bestimmung. Es ist Aehnlichkeit mit Conularien der Salzkette vorhanden, doch genauere Gleichstellung nicht möglich.

99 Potanin, Tib. Tang. Umr. p. 514.

100 Leder, Mittheil. geogr. Ges. Wien, 1895, XXXVIII, S. 107.

101 Klemenz, Reisebericht in Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1896, XXVII, Berichte, p. 15—19.

102 Klemenz, Notiz über zwei erloschene Vulcane im Gebirge Changai in der N. Mongolei; Isw. ostsib. Abth. 1897, XXVIII, p. 140 u. folg., Taf.

103 G. N. Potanin, Skizzen aus der NW. Mongolei, 8°, Petersb. 1881, 8°, I, p. 304; III, p. 8—48; Conglomerate aus Kirgis-nor, p. 54; r. — Schmalhausen, Ursa-Stufe Ost-Sibirien's, Bull. Acad. Petersb. 1876, IX, u. 1877, X: dess. Pflanzenpalaeont. Beiträge, II, Pflanzen aus der NW. Mongolei, gesammelt von Potanin u. Adrianow; eb. das. 1883, XXVII, S. 426; Flötze u. fossile Pflanzen fand am Atschit-nor auch Klemenz, u. zw. in der Ebene des Bukombere, welcher vom Sailjugem herabkommt; Isw. ostsib. Abth. 1897, XXVII, Berichte, p. 60.

104 Potanin, Skizzen, III, p. 15. Urju-nor ist völlig umschlossen; sein Wasser ist salzig; die Stabs-Karte gibt ihm einen quadratischen Umriss von etwa 12 Werst Seite: die umliegenden Niederungen an den einmündenden Wasserläufen scheinen ganz gering zu sein.

105 Klemenz, Otschet russ. geogr. Gesellsch. für 1896, p. 96.

106 Klemenz, Tagebuch f. 1896: ined.

107 J. W. Muschketow, Turkestan; 8°, Petersb. I, 1886 u. geol. Karte, S. 35, 36, r. — Eine sehr eingehende Arbeit über die Gegend SO. vom Balchasch, u. sogar eine geologische Karte des dsungarischen Alatau hat bereits in den Jahren 1849—51 Wlangali ausgeführt u. im Gornoi Journal 1853, II (mit vielen Fortsetzungen) veröffentlicht.

108 K. J. Bogdanowitsch, Arbeiten der Tibetan.-Expedition unter der Führung des M. W. Piewtzow; hggeb. v. d. russ. geogr. Gesellsch., II, 1892, 4°, Geol. Untersuch. in O.-Turkestan, p. 86, r.

109 Ignatiew, Lagerstätte d. Steinkohle in d. Gegend des Saissan'schen Postens; Sapiski westsib. Abth. k. russ. geogr. Gesellsch. Omsk, 1885. VII, 2. Liefg., Verschiedenes, p. 7.

110 P. K. Koslow, Brief aus dem Bivuak am Ulan-nor v. 20. Nov. 1899; dabei A. N. Kasnakow, Vorbericht über die Reise vom See Chulmu-nor zum See Ulan-nor an der Südseite des Altai u. W. F. Ladygin, Reise an den Oberlauf des Fl. Urungu Bulugun); Isw. russ. geogr. Ges. 1900, p. 18—83, Karte.

[111] Potanin, Skizzen, I, p. 21—64. Prjewalski, Reisen in Tibet u. s. w., deutsche Ausg., Jena, 1884, S. 13.

[112] Potanin, Skizzen, I, p. 114—119. Der Reisende ist in diesem Falle aus dem Norden gekommen; der Gleichartigkeit halber ist hier die Aufzählung der Vorkommnisse auch von Süden her erfolgt: Koslow am ang. Orte, p. 25.

[113] Koslow, Isw. 1900, p. 30; Potanin, Skizzen, I, p. 183—216; für fossile Pflanzen von Oeschi I, p. 302, III, p. 87.

[114] Ladygin, Isw. 1900, p. 174 u. folg.

[115] Potanin, Tangut. Tibet.-Umrandung, I, p. 503 u. folg.; Obrutschew, Orogr. u. geol. Umriss der central. Mongolei, Ordos, O. Kansu u. N. Shensi; Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 239 u. folg.; dess. Central-Asien, II, p. 408—433.

[116] Hr. Klemenz sagt mir, dass weiter im Osten, bei Chatun-Suntul, ein vereinsamter Berg von Säulen-Basalt aus der Wüste aufragt.

[117] Die Basalte vom Flüsschen Leg und von der Haltestelle Kjachtu am Iche bogdo wurden beschrieben von Wenjukow, Verh. russ. min. Ges. 1889, 2. sér., XXV, S. 245. Ueber die östliche Fortsetzung des Iche bogdo berichtet Klemenz in Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. 1894, XXV, S. 127, 128. — Der Zusammenhang der östlich gelegenen Züge (Arzi-bogdo, Gurban-Saichan) wurde von Piewtzow festgestellt. Noch weiter gegen SO. schliesst sich daran der von Prjewalski entdeckte Churchu.

[118] Klemenz, Bull. soc. géogr. Paris, 1899, p. 315.

[119] Obrutschew, Umriss d. Karawanen-Strasse von Kjachta nach Kalgan; Isw. russ. geogr. Ges. 1893, XXX, p. 347—390, Profile: dess. Central-Asien, I, incl. S. 25 u. folg., Karten. Einige Bemerkungen auch bei Potanin, Strasse über Saïn Ussu nach Mongolien; Isw. ostsibir. Abth. russ. geogr. Ges. 1893, XXIV, p. 56—63.

[120] Obrutschew, Central-Asien, I, S. 69.

[121] Nach der russischen Stabs-Karte (1" = 40 W.) würde Iche Ude in 44° 29′ n. Br. u. 111° 6′ ö. L. liegen; es ist möglich, dass durch die neuen Aufnahmen eine leichte Verschiebung dieser Ziffern eintritt.

VIERTER ABSCHNITT.

Peripherische Bildungen im Osten des Scheitels.

Die Wasserscheide des Eismeeres. — Der grosse Chingan. — Ebene des oberen Amur. — Aldan-Gebirge. — Bureja-Gebirge und kleiner Chingan. — Mandschurei. — Sichota-Alin. Hokkaido und Sachalin. — Uebersicht.

Die Wasserscheide des Eismeeres. Die ersten näheren Nachrichten von dem grossen Flusse Helong Kjang oder Amur und von den fruchtbaren Ländereien an demselben scheinen um das Jahr 1636 nach Tomsk gekommen zu sein. Sie breiteten sich rasch in Sibirien aus, und im Juli 1643 zog Wasilei Pojarkow von der kürzlich erbauten Stadt Jakutsk zur Erforschung und zur Unterwerfung dieser Gebiete aus. Er gieng mit einer grösseren Schaar von Promyschlenni (Jägern, zumeist Zobelfängern) den Aldan aufwärts, folgte dann dem Utschur, in SW. Richtung dem Gonam, musste hier überwintern, kreuzte dann die Wasserscheide unweit von der später zu erwähnenden Höhe Atytschan und erreichte endlich durch den Gilui und die Seja den Amur. Die Rückreise erfolgte über das Ochot'sche Meer.

Im J. 1647 meldeten die Promyschlenni in Jakutsk, dass es ihnen gelungen sei, einen weit näheren und bequemeren Weg zu finden. Dieser führte von der Lena durch die Olekma und ihren langen Nebenfluss Tugir. Von seinem Haupte aus erreichte man leicht, dem Flusse Urkan folgend, den Amur etwas unterhalb der heutigen Ortschaft Amasar. Noch im selben Jahre

errichteten die Kosaken ein befestigtes Haus am Tugir, und im Jahre 1649 erfolgte auf dieser Linie von Jakutsk aus der für die Geschichte des Amurlandes bedeutungsvolle Zug des Jerofei Chabarow. Es ist nicht richtig, dass diese Linie wegen ihrer Beschwerlichkeit wieder aufgelassen wurde. Im J. 1651 ist die Expedition des Kosaken Tschetschigin, im J. 1652 die Reise Sinowiew's über den Tugir erfolgt; auf dieser Linie traf auch zahlreiche Einwanderung von der oberen Lena her ein, nachdem übertriebene Nachrichten von dem Wohlstande des neuen Landes ausgestreut worden waren, und es wird berichtet, dass Chabarow's Boten auf derselben vom Amur binnen 23 Tagen nach Jakutsk gelangen konnten.

Allerdings wurde nach dieser Zeit der Weg über den Tugir immer seltener benützt, aber der Grund lag nicht in physischen Schwierigkeiten. Im J. 1654 war zum ersten Male Beketow von Westen her durch die Ingoda und Schilka am Amur angelangt; im J. 1655 ergieng der Befehl, den Tribut nicht mehr nach Jakutsk, sondern unmittelbar nach Moskau einzusenden. Die Aufmerksamkeit der Centralregierung war auf den Amur gerichtet und von dieser Zeit an verfiel die Verbindung mit Jakutsk und der Weg über diese Wasserscheide.

Die Zustände am Amur entwickelten sich aber in unerfreulicher Art. Unter den eingewanderten Russen war wenig zur Ansässigkeit geneigtes Volk. Die Kosaken-Festung Albasin wurde von den Chinesen erstürmt, von den Kosaken neu aufgebaut und neuerdings von den Chinesen belagert. Da trat im Juli 1689 zu Nertschinsk, welches im vorhergehenden Jahre gegründet war, ein Congress zur friedlichen Regelung dieser Dinge zusammen. Der erste Vertreter Russland's war Fedor Golowin; die chinesischen Gesandten hatten als Unterhändler und Dolmetsche die beiden Jesuiten P. Gerbillon und P. Pereira mit sich gebracht.

Auf beiden Seiten war die Neigung zum Frieden ernstlich vorhanden, aber man befand sich mitten in der weiten Wildniss und sollte Grenzen ziehen durch ein völlig unbekanntes Land. Von russischer Seite hat in späteren Jahren die k. Akademie

in St. Petersburg einen Bericht über die Verhandlungen veröffentlicht, und von chinesischer Seite hat P. Gerbillon in dem Werke von Du Halde eine sehr lesenswerthe Darlegung gegeben.[1]

Die Grenze in der Richtung des Meridian's war nicht schwer zu finden; man einigte sich auf den Argun im Süden und die kleine Gorbitza im Norden der Schilka. Der Amur wurde als Ostwestgrenze von den Chinesen nicht gutgeheissen. Man musste daher seine nördliche Wasserscheide wählen, die nach den damaligen Ansichten ein Gebirgszug sein musste. ‚Die Promyschlenni', so sagt ein russischer Bericht vom J. 1740, ‚pflegen dieses Gebirge insgemein Stanowoi Chrebet zu nennen. Sie sagen, dasjenige Gebirge, welches man von Jerawna auf der Reise nach Nertschinsk zu passiren hat, und daselbst Sablenoi (wohl Jablenoi) Chrebet genennet wird, hange mit jenem zusammen, indem es bey dem Ursprunge des in den Ingoda fallenden Tschitaflusses sich gegen Osten drehe'.[2]

In den Berichten über die Verhandlungen von 1689 erscheinen diese beiden Namen noch nicht.

Bei der Textirung des Vertrages wurde von chinesischer Seite zur näheren Bezeichnung des ostwestlichen Gebirges hinzugefügt, dass es gegen das östliche und südliche Meer ende in einem langen felsigen Vorgebirge. Die russischen Vertreter erhoben jedoch lebhafte Einsprache. Davon sei nicht geredet worden. Es handle sich in dieser neuen Fassung der Chinesen um die Verlängerung der Grenze längs der Wasserscheide bis Tschutschkoi Noss, für Russland um den Verlust der Ländereien an der Uda, und sie konnten dem P. Gerbillon zwei Karten vorweisen, aus welchen sie ihm darlegten, dass dieses Noss gar weit im Norden, wie sie sagten, beinahe im 80. Breitengrade liege. Deschnew's Entdeckung dieses Vorgebirges war nämlich schon 1648 erfolgt und seither waren wiederholte Expeditionen an den Anadyr und nach Kamschatka gegangen. P. Gerbillon sah die Unthunlichkeit dieser Forderung ein; er supponirte, dass an den Quellen der Gorbitza zwei Ketten von hohen Felsen vorhanden seien. Die eine gehe ziemlich parallel dem Amur, gerade gegen Ost; das sei diejenige, welche die

Moskowiter als Grenze annehmen. Die zweite Kette, welche er Nossé nennt, gehe nach Nordost; zwischen beiden liege das Land an der Uda.[3] Diese Supposition wurde zur Grundlage des Friedensschlusses von Nertschinsk gemacht. Nachdem es P. Gerbillon gelungen war, den Chinesen die ausserordentliche Entfernung des Noss darzulegen, begnügte man sich mit einer unbestimmten Fassung in Betreff des östlichen Endes der Wasserscheide und einem Vorbehalte in Betreff der Uda.

P. Gerbillon's Angaben sind in diesem Theile Asien's für die grossen kartographischen Arbeiten der Jesuiten maassgebend gewesen, und diese Arbeiten sind bis vor gar nicht langer Zeit überhaupt die Grundlage aller Karten des chinesischen Reiches geblieben.

Die Supposition von zwei Gebirgsketten im Norden der Gorbitza ist verschwunden. Auch die damals festgestellten politischen Grenzen bestehen nicht mehr. Nicht völlig beseitigt ist aber ein Rückstand aus diesen an sich löblichen Bestrebungen, eine schwierige Friedensverhandlung in einer unbekannten Wildniss zu glücklichem Ende zu führen. Dieser Rückstand ist die Vorstellung von jenem überaus langen Scheidegebirge, für welches P. Gerbillon den wahrscheinlich aus einem Missverständnisse hervorgegangenen Namen Nossé (Tschutschkoi Noss) anwendete, welches von diesem Noss sich bis an die Tschita erstrecken sollte, und welches noch auf vielen unseren Karten unter dem einheitlichen Namen Stanowoi erscheint. Diese Vorstellung entspricht nicht den Thatsachen.

Als Ausgangspunkt einer Prüfung der Sachlage mag die Darstellung Middendorff's dienen.[4]

Nach diesem ausgezeichneten Forscher kommt der Name ‚Stanowoi-Gebirge', einem etwa 4000 Werst langen Gebirgs-Systeme zu, welches, von den erobernden Kosaken mit diesem einheitlichen Namen belegt, die ganze Wasserscheide der Meere von der Tschutschken-Nase bis nach Daurien bildet. In diesem langen Zuge wären nach Middendorff zu unterscheiden: *a*) das Aldan-Gebirge; *b*) der östliche Theil des Pallas'schen Stanowoi-Scheidegebirges oder das Dseja(Seja-)Gebirge, von den Zu-

flüssen des Silimdji und der Kureja (beil. 131° 30′ O. Greenw.) bis in die Nähe der Quellen der Olekma (beil. 121° 30′); *c*) der westliche Theil dieses Scheidegebirges oder das Olekma-Gebirge bis zu den Zuflüssen des Baikal (beil. 113°); *d*) der Jablonnoi, von hier bis zur Gobi.

Middendorff war durch die Nachrichten seiner Vorgänger und durch eine lange und mühevolle Wanderung am Südabhange der mittleren Strecke zu dieser Darstellung gelangt. Gekreuzt hat er das vorausgesetzte Scheidegebirge nicht, aber er brachte die unerwartete Nachricht, dass in Folge der Unklarheiten des Vertrages von Nertschinsk volle Unsicherheit über die Lage der Grenze gegen China bestehe, ja dass die Chinesen selbst ihre Grenzzeichen weit südlicher gesetzt hätten, als von russischer Seite vermuthet worden war.

Die Folge seiner Berichte war, dass mehrere Expeditionen zur Aufsuchung der Wasserscheide entsendet wurden. Maydell hat sie alle aufgezählt; Schwarz, der hochverdiente Astronom der grossen Expedition, welche 1855—58 Sibirien bereiste, drückte aber schon damals seine Zweifel an dem Bestande einer solchen langen geschlossenen Gebirgskette aus.[5]

Mehrere Jahre darauf entstand des Bestreben, die Goldwäschen an der Olekma mit Tschita in Verbindung zu bringen. Unter den Personen, welche ausgesendet wurden, um einen Weg zu suchen, befand sich Fürst Kropotkin. Nach vielen Reisen in diesen Gegenden erklärte Kropotkin im J. 1875 die lange Mauer, welche sich von Urga bis Kamschatka erstrecken sollte, geradezu für ein ‚Gebilde der Phantasie', einen solchen einheitlichen Chrebet Stanowoi, sei er hoch oder niedrig, steil oder eben, welcher als die Wasserscheide zwischen dem Eismeere und dem Stillen Ocean hindurchziehe, gebe es überhaupt nicht.[6]

Kropotkin hat uns ein anschauliches Bild des Hochlandes am Witim gegeben. Von der Zipa an tritt durch drei Breitegrade und auf eine grosse Erstreckung gegen Ost die höchste Einförmigkeit hervor. Weiter Lärchenwald bedeckt Alles. ‚Die Landschaft,' sagt Kropotkin, ‚hat jede Individualisirung verloren.'[7]

In dieser Weise, als ein uraltes archaisches Festland, welches seine ursprüngliche Gestalt längst eingebüsst hat, welches nur in wechselnden Entfernungen durchschnitten ist von irgend einer mit Basalten oder Porphyren besetzten disjunctiven Linie, und in welches von Norden wie von Süden her rückschreitend die Flüsse ihre vielverzweigten Gerinne eingeschnitten haben, so haben wir uns wohl den Leib des Scheitelgebietes vorzustellen, und wer in demselben die Wasserscheide der Meere gesucht hat, ist nicht an eine lange, zusammenhängende Gebirgskette gelangt, sondern in den Urwald, auf bemooste Felstrümmer und in ausgedehnten Morast, da und dort unterbrochen durch See'n.

Weiter im Osten aber, meinte Kropotkin, werde von den Quellen der Tschitschatka (l. Zufl. d. Amasar, 120° 30′ ö. L.) bis zu jenen des Gilui (r. Zufl. d. oberen Seja, Quellen 125° 45′ ö. L.) die Wasserscheide an der Stelle des angeblichen Stanowoi gebildet von Rücken, welche, jenem des Gasimur ähnlich und parallel, von der Wüste Gobi in nordöstlicher Richtung heraufziehen.

Die neueren Beobachtungen haben diese Ansicht bestätigt.

Im Frühjahre 1883 brach Jos. Martin von den Goldwäschen an der Südseite der Patomske Nagorje auf, um den Stanowoi zu kreuzen. Nach einer langen und beschwerlichen Wanderung zwischen Olekma und Witim kreuzte er den Tugir in etwa 600 M., traf auf dem Stanowoi gerundete Bergmassen, welche da und dort 1300 oder 1500 M. erreichten und nachdem er unter schweren Schneestürmen die Wasserscheide überschritten hatte, gelangte er längs des Amasar an den Amur. Die Wanderung durch die Wildniss hatte neun Monate gedauert. ‚Es ist zu bemerken, sagt Martin, dass in dem Gebiete meiner Reise Stanowoi ein weniger ausgeprägtes Relief zeigt, als die Wasserscheide zwischen Witim und Olekma.'

Im folgenden Jahre besuchte Martin die Linie des Stanowoi zwischen der oberen Olekma und der Seja und traf hier dieselbe Gestalt des Bodens. Auch hier sah er gerundete Rücken, über welche sich da und dort Berge in Gestalt von Zuckerhüten (Goltzi) bis zu 1000 oder 1500 M. erhoben.[8]

Die Arbeiten der russischen Geologen bieten uns jetzt ein ziemlich deutliches Bild.

Gerasimow hat ausser Zweifel gesetzt, dass der Horst Jablonnoi die von den Promyschlenni im J. 1689 angegebene Wendung nach Ost am Ursprunge der Tschita überhaupt nicht vollzieht, sondern dass er gradlinig zwischen Witim und Karenga sich fortsetzt.[9]

Etwa zwei Längengrade weiter gegen Ost zog Gedroitz durch den Fluss Kuenga und seinen linken Zufluss Aleur aufwärts. Er erreichte, so weit sich die Sachlage beurtheilen lässt, noch nicht ganz die Wasserscheide, aber den steilen Rand eines Hochlandes, vielleicht den Rand eines nördlichen Horststückes.

Noch weiter gegen Ost ragt bei Strjetensk das Schilka-Gebirge N. von diesem Flusse empor. Es hält die Richtung NNO. ein und scheint eng mit dem Borschtschewoschnje verbunden. Auf demselben erreichte Gedroitz zwischen dem Oberlaufe des Tscherni Urjum und jenem des Amasar die Urjum'sche Höhe (852 M., 53° 45′ n. Br., 119° 12′ ö. L.). Gegen NW. dacht dieser Rücken unmittelbar zu einem der obersten Zuflüsse der Olekma ab. Gegen Ost, am Oberlaufe des Amasar, liegt jenes Flüsschen Tschitschatka, welches Kropotkin erwähnt.[10]

Den nächsten Punkt der Wasserscheide erreichte M. Iwanow auf der Sergatschinskaja Sopka, zwischen den obersten Zuflüssen des Uruschi und dem Oldoi (54° 38′ n. Br., 122° 40′ ö. L.). Hier befindet man sich auf einer Hochfläche, welcher vereinzelte Rücken und Gipfel aufgesetzt sind; die Sergatschinskaja ist die höchste derselben und ragt über die Thalsohle des Uruschi 800 M. empor. Diese Hochfläche neigt sich gegen Südost zu der grossen Ebene des Amur herab, deren Rand sie bildet. Sie besteht aus archaischen Felsarten, Str. N. 40—60° O., und an ihrem östlichen Saume gegen die Ebene sieht man eine begleitende, muthmaasslich devonische Zone. Nur Spuren von Korallen und Bryozoen wurden gefunden. M. Iwanow vermuthet, dass derselbe gegen SW. die Schilka erreicht und gegen NO. sich über den Ur an den unteren Gilui fortsetzt. Jedenfalls ist derselbe den NO. streichenden Zügen des östlichen Sabaikalien

ganz ähnlich oder die Fortsetzung eines derselben. Die Verbindung müsste knapp N. vom Ende des grossen Chingan, etwa im Gebiete des Amasar erfolgen. Daher deutet die Sergatschinskaja an, dass der Scheitel sich N. vom grossen Chingan noch fortsetzt. Die Anwohner des Amur nennen sie Jablonnoi auf Grund der alten Ueberlieferung und obwohl sie mit dem Jablonnoi nichts gemein hat.[11]

Schon im J. 1856 gieng Ussolzow den Oldoi aufwärts, wendete sich dann zu dem rechten Arme dieses Flusses und gelangte durch die Einöde in steiles granitisches Schuttland. Er erreichte nach einer langen und entbehrungsvollen Wanderung den oberen Gilui und an dessen Quellen die Gebirgsgruppe Atytschan, welche er nach den damaligen Auffassungen als eine Fortsetzung des Jablonnoi ansah. Durch den Fluss Kudula stieg er zur Wasserscheide auf, die er von Sümpfen bedeckt fand, aus welchen die Wässer nach verschiedenen Richtungen abflossen. Näheres lässt sich leider nicht entnehmen.[12]

Die Untersuchungen der Goldvorkommnisse an der oberen Seja haben unerwartete Ergebnisse gebracht. Zwischen ihren Zuflüssen Ur und Gilui, in der Nähe der Gegend, in welcher die Fortsetzung des von M. Iwanow besuchten Zuges vermuthet wird, tritt von NW. her ein ansehnlicher Gebirgszug, Chreb. Tukuringra, gegen das Thal der Seja vor. Makerow gibt an, dass das Thal des Gilui und der ganze Tukuringra aus rothem und grauem Gneiss bestehen, Str. NW. 290—330°, Fall. vorherrschend SW., zuweilen vertical, auch steile Falten bildend, welche z. B. am Oberlaufe des Chugder in Schuppenstructur übergehen. Gegen Nordost, am Ilikan, folgt Granit. Am Südabhange des Tukuringra ist Phyllit, auch graphitischer Schiefer vorhanden, Str. NW. 295°—300°, Fall. NO.[13]

Hier, am Tukuringra, sind wir in ein Streichen der Felsarten gelangt, welches nicht mehr den baikal'schen Falten des Scheitels und der Sergatschinskaja entspricht, sondern den östlichen Ketten. Zugleich tritt Faltung gegen Ost hervor.

Vom Denn (l. Zufl. d. Seja) ist brauner Sandstein mit Cyathocrinus und Streptorhynchus bekannt.[14]

Hiernach erhalten wir folgendes Bild von der Wasserscheide des Eismeeres und des stillen Weltmeeres.

Der Jablonnoi, welcher ein Theil des aus der Mongolei in leichtem Bogen herbeiziehenden Malchan'schen Horstes ist, beugt sich nicht gegen Ost, sondern verläuft gradlinig gegen NNO. zwischen Witim und Karenga. Die weiter östlich liegenden Horste und Gebirgsstreifen des Scheitels, welche alle der Richtung NNO. bis ONO. folgen, bilden nicht unmittelbar, sondern durch breite, untergeordnete Querverbindungen diesen Theil der Wasserscheide. Wahrscheinlich treten sie zum Theile mehr und zum Theile weniger weit in dieser Richtung in die Taiga vor und verflachen, während zwischen ihnen oder auf ihren abgetragenen Rücken bald die Flüsse des Eismeeres weiter gegen Süd, bald die pacifischen Flüsse weiter gegen Nord eingreifen.

Diesen Gebirgsstreifen ist auch die Sergatschinskaja zuzuzählen, deren muthmaasslich devonischer Saum den Nordwestrand der Ebene des Amur bildet.

Der Tukuringra im Gebiete der Seja gehört, ebenso wie der grosse Chingan, nicht dem Scheitel an.

Kropotkin hat im Grossen richtig geurtheilt. Middendorff's Olekma-Gebirge löst sich in die Ausläufer des Scheitels auf. Bald werden wir die östlichen Theile der Wasserscheide zu zergliedern versuchen. Die Linie Stanowoi-Jablonnoi hat von unseren Karten zu verschwinden.

Rückschreitende Erosion hat offenbar auf der genannten Strecke die Lage der Wasserscheide wesentlich beeinflusst. Dasselbe war auch auf der südlichen Strecke der Wasserscheide zwischen Jenissei und Amur der Fall, aber hier haben auf dem breiten archaischen Rücken, welcher zum Kentei zieht, die tektonischen Linien weniger Einfluss auf den Lauf der Flüsse erlangt; sie werden von den Flüssen aufgesucht und wieder verlassen und es entwickelt sich z. B. an der obern Tschikoi und oberen Ingoda ein wahres Labyrinth von Flusslinien, in welchem Gerasimow die Quellen der Ingoda sogar bis in das Schiefergebirge an der Südseite des Sochondo verfolgen konnte.

Der grosse Chingan. J. D. Iwanow hat gezeigt, dass das Gebirge Niukdja, welches die Karten als einen Ausläufer des grossen Chingan, N. vom Amur, zwischen diesem Flusse und der Seja verzeichnen, überhaupt nicht besteht, sondern dass zwischen diesen Flüssen eine weite Ebene sich ausbreitet.[15] Aber auch über den Bestand des südlich vom Amur in ähnlicher Richtung verzeichneten Gebirges Ilchuri-Alin sind bisher zuverlässige Nachrichten nicht zu erreichen, und man weiss nur, dass irgend eine Wasserscheide zwischen den Zuflüssen des Nonni und jenen des Amur in diesen Gegenden vorhanden ist.

Die Arbeiten von Gedroitz haben uns mit der unerwarteten Breite des Chingan am Argun und an der unteren Schilka bekannt gemacht und uns an der mongolischen Grenze bis in die Nähe der grossen Niederung des See's Kulun (49° n. Br.) geführt. Herr Obrutschew hat sich die Mühe genommen, mir die Liste der Felsarten der beiden Reisen von Kropotkin[16] und Manakin[17] zur Verfügung zu stellen und ebenso die Aufsammlungen zweier im J. 1899 ausgeführten Reisen von Potanin und Palibin, über welche Berichte noch nicht veröffentlicht sind, zu bestimmen und mir die Verzeichnisse zuzusenden. Potanin's Linie zieht von den See'n Tarei, Kulun und Buir, dann vom Tempel Tschakyl-ssumé in 118° ö. L. und etwas S. von 46° n. Br. gegen SO. über den Chingan zum Tempel Chan-tabyn-ssumé (119° 15′ ö. L., 45° n. Br.), hierauf erst längs des O.-Abhanges, weiterhin im Merid. 118° zurück zum Argun. Der Botaniker Palibin kam von Urga zum Kerulen, betrat den Chingan in 118° ö. L. und 44° n. Br., gieng über den Chingan zum Flusse Chara-Muren, erreichte die Missionsstation Tun-tsia-in-tse (118° ö. L., 42° 30′ n. Br.) und endlich Kalgan.

Keine dieser Linien trifft den Ilchuri-Alin; einige wichtige Strecken fallen dem südlicheren Theile des Chingan zu.

Die Hauptzüge der Sachlage dürften die folgenden sein.

Der grosse Chingan wird von der unteren Schilka und dem Amur als ein Gebirgszug von wohl 180 bis 200 Werst Breite durchschnitten. Diese Breite entspricht beiläufig jener der gesammten Alpen zwischen Luzern und Como. Nur der westliche

Theil dieser Breite ist genauer bekannt, aber die älteren Angaben von Fr. Schmidt lassen erkennen, dass dasselbe Streichen auch im Osten herrscht. Gneiss und alte Schiefer, dann muthmaasslich palaeozoische Ablagerungen, auch Granit, Porphyr und Diabas bilden das Gebirge. Hier im Norden kömmt den jungvulcanischen Bildungen nur eine geringe Rolle zu. Dagegen tritt nahe dem W.-Rande ein gewaltiger Zug von Granit ‚von dioritischem Typus' hervor, welcher in der Richtung SSO. von der Schilka bis über 52° hinab zieht. Seine Breite wechselt und mag wohl nach den vorliegenden Darstellungen streckenweise bis 30 Werst erreichen.

Es ist schwer zu verstehen, wie dieses breite und mächtige Gebirge N. von der Schilka fast plötzlich an dem Zuge der Sergatschinskaja Sopka, welcher im baikal'schen Sinne gegen NO. streicht, enden soll, aber wir haben an Iwanow's Beobachtungen festzuhalten.

Die jungvulcanischen Felsarten, welche bei Nertschinskii Savod, längs des oberen Argun und am See Kulun hervortreten, sind als ein Theil jener sehr ausgedehnten jüngeren eruptiven Vorkommnisse anzusehen, welche von hier an den ganzen Chingan begleiten.

Die Gesteine, welche zwischen dem Fluss Kerulen und den Tarei-See'n gesammelt wurden, bestätigen nach Obrutschew, dass sich die Felsarten des SO. Sabaikalien nach SW. in die Mongolei fortsetzen.

Kropotkin hat den Argun N. von 50° n. Br. verlassen und den Chingan in 49° 30′ gekreuzt; Manakin's Linie fällt anfangs mit der ersten zusammen, aber die Durchquerung des Chingan liegt ein wenig nördlicher. Beide Reisen ergaben nicht nur im Westen, sondern auch auf der Höhe des Chingan und durch eine grosse Strecke des Ostens Thonschiefer und Granit, stellenweise Porphyr, auch aufgerichteten rothen Sandstein, und wenn auch der Verdacht vorliegen mag, dass auf einer der beiden Reisen Granit und Rhyolith öfters verwechselt sein mögen, erhält man doch im Ganzen den Eindruck, als ob noch S. von 50° die Zusammensetzung nicht sehr wesentlich von jener im Norden abweichen würde und auch hier ältere Felsarten den grössten Theil des eigentlichen Chingan bilden würden.

Etwas weiter östlich vom Chingan, jenseits 123° 30', verändert sich allerdings die Sache vollständig. Hat man den Chingan an den Quellen des Nomin überschritten, so trifft man auf der Ostseite nach Potanin auf einige parallele Ketten von Granit und Porphyr mit fast meridionaler Richtung und besonders steilem östlichen Gehänge. Der Berg Schater am Knie des Nomin ist nach Manakin ein erloschener Vulcan mit wohlerhaltenem Krater.[18] Ebenso stehen nach Potanin O. von diesem Berge, gegen die Stadt Mergen hin, an der Vereinigung der Flüsse Guila und Gan die Reste eines Kraters, und NO. von Mergen an der Strasse nach Aigun sind die Felsen überstreut mit Blöcken von blasiger Lava. Der Berg Koronan an dieser Strasse ist ein Krater. Beiläufig 100 Werst OSO. von Mergen liegt der Berg Ujun Choldongi (48° 40' n. Br., 126° 27' ö. L.), aus welchem nach chinesischen Berichten im J. 1720 ein vulcanischer Ausbruch erfolgt sein soll.[19]

Demnach ist die Stadt Mergen von einem jungvulcanischen Gebiete umgeben, welches von W. nach O., vom Schater zum Ujun Choldongi, 200 Werst misst. Von Mergen nach Aigun reisend, trifft man jenseits des Koronan auf dem 557 M. hohen Rücken zwischen Nonni und Amur Granit und Diorit, aber auf dem Abhange gegen den Amur wieder grosse Blöcke von Lava.

Noch bei Bibikowo, 60 Werst oberhalb Blagoweschtschensk, erscheinen jüngere Laven und meinte Kropotkin die Spuren eines Kraters zu sehen.

Das vulcanische Gebiet von Mergen bildet zugleich eine östliche Ausweitung der vulcanischen Vorkommnisse des Chingan und einen Theil der Umrandung der östlichen Gobi.

Ein wichtiges vulcanisches Gebiet liegt viel weiter im Süden westlich vom Chingan in der Wüste. Lermontow traf dasselbe bei Amagolon-Chan (Bogdy-ola, 43° 45' n. Br., NNW. von Dolon-nor) und Muschketow hat es beschrieben. Den höchsten Theil bildet ein konischer Gipfel mit hufeisenförmigem Ausschnitte, einem Krater ähnlich. Er besteht aus Basalt, Tachylit, Limburgit und and. Seine Seehöhe ist 2266 M., da aber die Steppe hier in 2019 M. liegt, ist die relative Höhe gering. Nichtsdestoweniger ist er weit und breit als ein Wegweiser sichtbar.[20]

Bis etwa 45° traf von Norden her Potanin Granit, Porphyr und Thonschiefer. Südlich davon kennt man am östlichen Gehänge durch die Sammlungen von Putiata und Borodowski und durch Muschketow's Beschreibung an vielen Orten vulcanische Felsarten. Basalte sind an einer Reihe von Orten O. und W. von 118° ö. L. zwischen 43° 30′ und 42° n. Br. angetroffen worden. Trachyt erscheint bei Chu-antu-kat (N. von 41° n. Br., 118° ö. L.). Die Schilderungen dieser Reisenden bestätigen die Erfahrung, dass der grosse Chingan nur einen östlichen Abhang hat und eine grosse Abstufung darstellt. Muschketow bezeichnet ihn neuerdings als durch eine Verwerfung entstanden, als eine ‚hohe Terrasse, durch welche die Mongolei zur Mandschurei sich herabsenkt', als ‚eine der gigantischen Stufen, durch welche das östliche Asien allmählig sich zum Meere herablässt.'[21]

Prjewalski erreichte, von Peking gegen Norden reisend, die grosse Mauer bei Hu-bei-kou (221 M). Von da gelangte er durch Erosionsthäler in Gneiss und Granulit nach etwa 180 Werst zur Stadt Dolon-nor (1263 M.) an den Abhängen des grossen Chingan, und NW. und W. von hier erhebt sich die mongolische Hochfläche sofort über 2000 M.; auf der Höhe geht der bisherige felsige Charakter der Landschaft verloren; plötzlich tritt man in die einförmige Gobi.[22]

Die Stadt Dolon-nor liegt auf alten Felsarten mit Quarzgängen; dann folgt gegen NW. Quarzporphyr und in diesem vollzieht sich, wie es scheint, der Anstieg zur Höhe der Gobi.

Von besonderer Bedeutung sind aber die südlichsten Theile des grossen Chingan.

Ferd. v. Richthofen hat zu wiederholtenmalen hervorgehoben, dass der äussere Rand der Verwerfungen und Flexuren von Shansi, welcher den westlichen Rand der grossen Ebene bildet, der Richtung des grossen Chingan entspricht. In seinem berühmten Versuche einer tektonischen Karte von Nord-China wurde die hypothetische Fortsetzung der Haupt-Bruchlinie als die Chingan-Linie bezeichnet und seither hat derselbe neuerdings die bogenförmige Verbindung der Gebirge von Nord-Tschili mit dem Chingan im Norden oder Nordnordosten von Peking als sehr wahrscheinlich dargestellt.[23]

Ohne die Einzelheiten zu wiederholen, welche bereits angeführt worden sind (II, 229—238), lässt sich folgende Uebersicht geben.

Zwischen 53° 20′ und 52° n. Br. und zwischen 120° und 123° ö. L. setzen Falten von alten Felsarten, an der Westseite, begleitet von einem mächtigen granitischen Zuge, schräge über die untere Schilka und den unteren Argun. Hier ist ihre Richtung SO. Bald geht sie in NS. über. Bei Nertschinskii Sawod schliessen sich an die Westseite des grossen Zuges junge vulcanische Felsarten. Gegen Osten, im Quellgebiete des Nonni, bei Mergen liegt ein ausgedehntes Gebiet junger vulcanischer Thätigkeit. Durch eine lange Strecke liegt die meridionale Fortsetzung etwas West vom Merid. 122°; zwischen 50° und 49° n. Br. wendet der grosse Zug seine Richtung in flachem Bogen erst gegen SSW., dann gegen SW., erreicht, von vulcanischen Felsarten begleitet, unweit Dolon-nor in 42° den Merid. 116 und geht nach Richthofen's Vermuthung in die Senkungslinien von Peking über. Seine Laven hängen wahrscheinlich mit den grossen Lavafeldern der südlichen Mongolei zusammen.

Im Norden ist, wie gesagt, der grosse Chingan ein sehr breiter Faltenzug; er zeigt aber an seiner Ostseite eine mächtige Abstufung, ähnlich einer Flexur oder einem Bruche; so ist es auch im Süden bei Dolon-nor, und dieser Absenkung gegen Ost entsprechen auch die Senkungslinien von Peking. An einzelnen Stellen scheint er breit und flach gegen Ost auszulaufen, aber die Beobachtungen sind noch sehr unvollständig, und man weiss nicht, ob solche Ausgleichung durch Ausflachung der Flexur oder durch vorgelagerte Laven herbeigeführt ist.

Sowohl die Porphyre, als die Trachyte und Basalte des Chingan sind jünger als seine Faltung. Auf den Horsten von Peking kennt man flache cambrische Transgression. Diese ist im Norden unbekannt. An den Flexuren von Peking kennt man dagegen nicht die jüngeren Eruptiv-Gesteine.

Im Ganzen bezeichnet der grosse Chingan jedenfalls eine bedeutende Abstufung des höher liegenden westlichen Landes gegen das tiefer liegende östliche Land, oder, nach Richthofen's bezeichnendem Ausdrucke, eine grosse ‚Landstaffel'. Inwieferne

derselbe zugleich eine Linie der ‚Ueberwallung' im Sinne Richthofen's bildet, soll an späterer Stelle erörtert werden.

Ebene des oberen Amur. Der NW.-Rand der westlichen Ebene des Amur wird von dem muthmaasslich devonischen Saume des gegen NO. streichenden Zuges der Sergatschinskaja gebildet und M. Iwanow bemerkt, dass zu diesem Saume Granite und Syenite hinzutreten, welche von Contacthöfen begleitet sind.[24]

Der Gegensatz der Richtungen des Streichens ist hier gross. Die sabaikal'schen Züge halten ihre NO. bis ONO.-Richtung ein; im Chingan sieht man dagegen hier im Norden die Richtung NW.; noch weiter im Nordosten zeigt der Tukuringra gleichfalls NW.

Es ist aber, als würde diese NW.-Richtung nur den nördlicheren Gebieten angehören; der Chingan wird ganz NS., und es beginnt die Richtung NNO. sich anzudeuten, welche gegen Süd mehr und mehr Bedeutung erlangt, gleichsam als würde im Grossen eine Rückkehr zu der Richtung des Scheitels angestrebt.

Der Bau der Ebene im Norden des oberen Amur ist nicht ganz einfach. Schon nahe vom O.-Rande des Chingan erscheinen Angaraschichten mit Asplenium Whitbyense, Tschekanowskia rigida u. A. und diese Schichten bedecken den ganzen Westen der Ebene, bleiben am Amur bis jenseits 126° sichtbar, dann im Norden längs des Ur, ferner an der Seja bis unterhalb 128°.[25] Ihnen sind weisse, braunkohlenführende, tertiäre Sande und Thone aufgelagert, welche den östlichen Theil der Ebene bis an die Seja bedecken und längs diesem Flusse, von seinem Knie bis zur Mündung den Abriss der Weissen Berge oder Bjelogorje bilden, deren auffallende Färbung schon 1681 von Milowanow erwähnt wurde.

Die tertiäre Decke ist aber stellenweise von geringer Mächtigkeit; unter ihr erscheinen, wie an der oberen Tygda, orographisch kaum hervortretend, archaische Gesteine. Ein bemerkenswerthes Vorkommen von Granit scheidet bei Blagoweschtschensk die Seja vom Amur. In 126° 30′ liegt auf Granit bei Zagajan am Amur eine weisse tertiäre Scholle, deren seit Jahren brennende Flötze die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich ziehen.

In diesen zerstreuten Spuren der archaischen Unterlage erkennt M. Iwanow die herrschende Richtung NNO. Aber auch die Angaraschichten, welche den W. Theil der Ebene bilden, liegen nach diesem Beobachter nicht horizontal, sondern zeigen längs des Amur auf der Strecke zwischen dem grossen Chingan und dem ersten neuerlichen Hervortreten der archaischen Unterlage gleichfalls Faltung mit Str. NNO. Die Ebene ist aber durch Abtragung dieser Falten hergestellt.[26]

Die tertiären Ablagerungen erscheinen jenseits der unteren Seja wieder. Noch jüngeres Schwemmland bedeckt sie weit und breit und bildet den unmittelbaren Untergrund des fruchtbaren Prairie-Landes. Dieses endet gegen Süd mit einem Steilrande, welcher sich oft weit vom Amur entfernt. Alles unter demselben liegende Land ist den Ueberschwemmungen des grossen Stromes unterworfen. Endlich erreicht dieser Steilrand die Westseite des kleinen Chingan und bei Paschkowo (132° 45′ ö. L.) tritt der Amur in die Erosionsfurche desselben.

Der kleine Chingan ist eine jener langen Gebirgsketten, welche auf eine so auffallende Weise gegen den Norden des Ochot'schen Meeres convergiren. Die NNO.-Faltungen, welche eben in der Amur-Ebene erwähnt wurden, sind wahrscheinlich nur die Ausläufer dieses gemeinsamen, einen grossen Theil von Ost-Asien beherrschenden Aufbaues.

Es wird sich empfehlen, diese Ketten nach der Reihe ihrer Anordnung vom Festlande gegen das Meer zu beschreiben. Ihre wichtigsten Glieder sind: *a*) das Aldangebirge an der Westseite des Ochot'schen Meeres; *b*) das Turkana-Gebirge, das Bureja-Gebirge mit dem kleinen Chingan und den mandschur'schen Ketten; *c*) Sichota-Alin; *d*) Sachalin und Japan.

Das Aldan-Gebirge. Dieses Gebirge erreicht etwa 1200 M. Es fällt im Osten schroff zum Ochot'schen Meere ab; sein westlicher Abhang umschliesst das Quellgebiet des Aldan-Flusses, welcher, wie an früherer Stelle gezeigt worden ist, auf einer Erweiterung der cambrischen Tafel der Lena fliesst. Seine Richtung ist NO., parallel der Küste, doch vollzieht er im Süden, nördlich von der Mündung des Uda, eine Beugung aus NO.

gegen ONO., welche streckenweise in O. übergeht. Dieser Beugung entspricht die Angabe Meglitzki's, dass der westliche Rand die Ostseite des Oberlaufes der Maja bezeichnet, dann W. von Nelkan und weiterhin zwischen dem grossen und kleinen Aim liegt. Noch weiter im Südwesten, auf der Wasserscheide, am See Tok soll, nach demselben Beobachter, eine Scholle von Angara-Schichten auf Granit liegen; es ist möglich, dass auch diese Stelle noch dem Aldan-Gebirge zugehört.[27]

In der südlichen Hälfte des Aldan-Gebirges sind die älteren Beobachtungen durch die Arbeiten von Bogdanowitsch überholt, und es ergibt sich Folgendes:[28]

Die Beugung im Süden ist deutlich. An der unteren Uda tritt zwischen ihren Nebenflüssen Jana und Tutkan ein kurzes selbständiges Gebirgsstück, Chreb. Tutkan, auf, welches gegen NW. verläuft und mit dem Vorberge Saladjak des Aldan-Gebirges fast einen rechten Winkel einschliesst. Vielleicht ist der Tutkan schon den Bergen im Osten der Uda zuzurechnen und wird die Uda vom Aldan-Gebirge gar nicht erreicht.

Drei parallele Ketten sind nach Bogdanowitsch im Bereiche seiner Forschungen, nämlich von Süden her bis zur Mündung des Aldama zu unterscheiden.

Der erste und westlichste Zug, Djugdjur, ist der höchste; er scheidet die Wässer; er besteht aus Porphyr, Granit und Gneiss-Granit. Aus diesem Zuge stammen die Porphyr-Gerölle, welche Meglitzki und Ditmar am W.-Rande des Gebirges, allerdings unter wiederholter Erwähnung des gleichzeitigen Vorkommens jüngerer Eruptivgesteine, auch blasiger Laven, anführen. Schon W. von Nelkan erwähnt der erstere Granaten, bei Nelkan selbst, sowie im Thale des Watam (S. von Nelkan) aber vulcanische Gläser.

Der zweite Zug, von Bogdanowitsch als das Nemerikan-Gebirge bezeichnet, wird von Granit, Syenit und Amphibol-Gneiss gebildet. Im Süden, an der Umbeugung gegen WSW., ist er breiter; gegen NO. nimmt seine orographische Bedeutung ab, so dass er nicht immer als eine selbständige Kette hervortritt, aber die eigenartige Gesteinsfolge lässt ihn auf der ganzen Strecke erkennen.

Der dritte Zug, Primorskii Chrebet, ist äusserst felsig und fällt in steilen Wänden zum Meere ab. Er besteht aus Quarzit, Schiefer und Kalkstein, mit Zügen von Diorit und Gabbro, auch Diabas. Herr Bogdanowitsch hatte die Güte, mir von Ajan Stücke eines harten sandigen Kalkstein's zu schicken, in welchen lagenweise Conchylien eingeschwemmt sind. Diese hat Diener als oberdevonisch erkannt. Ich möchte meinen, dass auch die Quarzite und Diorite dem Devon zufallen. Meglitzki's Angaben lassen vermuthen, dass diese ‚Grauwacke' an der Küste noch weiter nach NO. reiche.

Vom Cap Magdalinda führt Meglitzki auch eine flachgelagerte Scholle von pflanzenführenden Schichten an. Für den Norden des Aldan-Gebirges stehen mir nur die aus dem J. 1829 stammenden, aber heute noch werthvollen Berichte Erman's zur Verfügung.[29]

Erman hat in Aldanskaja (etwas S. von 62° n. Br.) den Aldan verlassen und ist gegen OSO. an die Ochota gereist. Es ist nicht unmöglich, dass ein Theil seiner Reise sich in den Vorbergen des Werchojan'schen Gebirges bewegte. Bis Aldanskaja hatte er horizontale Kalksteine, ähnlich jenen der Lena, gesehen. Jenseits von diesem Punkte zeigen sich aber bald heftige Störungen im Kalkstein, und das bis dahin tiefliegende Land hebt sich zu 6—700 M. Zuerst wurde nur bei Garnastach steil gegen SW. geneigter grauer Kalkstein getroffen. Den höchsten Höhenzug bilden die Sem Chrebti (Sieben Berge); sie bestehen aus Thonschiefer, gleichfalls gegen SW. geneigt. Hierauf gelangte Erman an das meilenbreite, von dem hohen Gebirge in NO. herabkommende Thal der oberen Allachjuna (546 M.), welches als eine wichtige Scheidelinie der Gesteine bezeichnet und dem Innthale in Tirol verglichen wird.

Oestlich von der Allachjuna folgen Berge eines anderen Thonschiefers, steil W. geneigt, auch Blöcke von Granit und hierauf felsige Berge eines grauen Eruptivgesteins mit glasigem Feldspath (1053 M.), welches für Phonolith gehalten wird. Nun wird, noch vor der Wasserscheide, der höchste Punkt, der Kapitan's-Berg (etwa 1200 M.), erreicht. Der Aufstieg führt über steile Felstafeln, Str. NNO. und von der Höhe sieht man, dass das

weite Gebirge gegen Süd und Ost aus drei parallel gegen NNO. ziehenden Ketten zu bestehen scheint. Der Phonolith reicht bis hieher und tritt in Verbindung mit harter Grauwacke mit Geröllen, auch grobem Quarzconglomerat; Fall. steil W. Auch Granitblöcke sind vorhanden.

Die Grauwacke bildet die Wasserscheide; sie endet an dem breiten Thale der Ketanda. Oestlich von diesem erhebt sich ein neuer Gebirgszug mit zackigen Gipfeln; er besteht aus Porphyr und reicht bis an das Meer. Am Strande und in einzelnen Klippen taucht in der Nähe von Ochotsk Granit hervor. Granit, ein dünn geschichtetes, kohlenführendes Gestein, Porphyr, auch Trachyt wurden O. von Ochotsk und bis in die Nähe des Flusses Marekanka verfolgt. Aus der Einwirkung der eruptiven Gesteine auf die Sedimente sind nach Erman die als Marekanite bekannten Gläser entstanden.

Auch an der Ostseite wurde Grauwacke erwähnt.

Das allerdings mehr oder minder hypothetische Bild des Aldan-Gebirges ist daher folgendes:

Im Osten ist ein felsiger Zug von wenigstens zum Theile devonischen Gesteinen, Quarzit, Kalkstein und Diorit, vorhanden, im Süden breiter als im Norden; dieses ist Primorskii Chrebet.

Ihm folgt das archaische Nemerikan-Gebirge. Im Norden ist es noch nicht mit Bestimmtheit bekannt; es ist nicht zu ersehen, ob die Granite von Ochotsk hierher gehören.

Dann zieht durch das ganze Aldan-Gebirge von SSW. bis NNO. ein mächtiger Zug von Porphyr, begleitet von Granit, vielleicht auch von jüngeren Eruptiv-Gesteinen. Ihm gehört die Hauptkette Djugdjur an. Er ist an mehreren Orten, so auch an der Marekanka, durch Pechstein und Glas-Bildungen ausgezeichnet.

Im Nordwesten, jenseits der Ketanda, kommt wahrscheinlich nochmals das Devon zu Tage und bildet den Zug des Kapitan's-Berges; es ist gegen NW. von einem grauen Eruptiv-Gestein (Phonolith) begleitet.

Die Höhen, welche westlich von dem breiten Thale Allachjuna liegen, gehören vielleicht nicht mehr dem Aldan-Gebirge an.

Eine Beugung des Gebirges aus NNO. gegen N., wie sie bei Ochotsk von den Karten angezeigt wird, ist diesen Angaben nicht zu entnehmen. Auch die Arka (l. Zufl. der Ochota) liegt noch im Porphyr.

Bureja-Gebirge oder Kleiner Chingan. Es wurde erwähnt, dass N. von der untersten Uda das kurze Tutkan-Gebirge die Richtung NW. verfolgt. Auch östlich von diesem Flusse, zwischen Tschumakan und dem nahen Cap Djuktschangra, erwähnt Bogdanowitsch Thonschiefer mit Lagen von krystallinischem Kalkstein, Str. 110° bis 160°, als würden im innersten Theile der Bucht von Uda die aus dem fernen SSW. herbeistreichenden und dicht gedrängten Ketten eine plötzliche Ablenkung gegen NW. erfahren.[30] Aber nur wenig weiter gegen O. verschwinden diese Spuren. Auf der grossen Schantar-Insel traf Meglitzki Str. hor. 1, NNO. und an der nahen Küste hor. $2^1/_2$.[31] Während also der Oststrand des Aldan-Gebirges, der devonischen Zone folgend, an einem Längsbruche zu enden scheint, wird die Südküste des Ochot'schen Meeres nicht durch Querbruch, sondern durch Rias-Küste gebildet, als würden die Ketten an einer sanften transversalen Flexur zur Tiefe gehen.

Die erste grössere Kette im Osten der Mündung der Uda ist das Tyla-Gebirge, welches zwischen den Flüssen Tyla und Torom das Tylskoi-Vorgebirge bildet. Diesem folgt gegen Ost das hohe Ala-Gebirge, welches bis zum Fl. Tugur reicht und von Bogdanowitsch als die Fortsetzung des kleinen Chingan bezeichnet wird. Es bildet im Süden die Wasserscheide zwischen dem mächtigen r. Zuflusse der Seja, Silimdji, dem Niman (l. Zufl. d. Bureja) und der Bureja selbst im Westen, und dem Amgun im Osten. Seine Fortsetzung jenseits der Halbinsel Dugandja sind die Schantar-Inseln.

In ihrem nördlichen Theile bestehen die Ketten dieses Gebirges aus Thonschiefer, Kieselschiefer und Sandstein, welche nach Bogdanowitsch von Diabas u. Porphyrit, ferner von mikropertitischem Granit und Quarzporphyr durchbrochen und verändert sind. Auch Tuffgesteine erscheinen. Diese Serie von Felsarten ist es, in welcher Meglitzki und Bogdanowitsch an der Westseite von

Cap Dugandja Jura-Fossilien und Middendorff an der Ostseite Trias-Fossilien (Pseudomonot. ochotica) gesammelt haben.[32]

Cap Dugandja gehört dem NW.-Theile des Gebirges an. Weiter im Süden erscheinen Granit, Syenit und ausgedehnte Vorkommnisse von Porphyr.

Dasselbe Gebirge ist es, welches Fr. Schmidt weiter im Süden überstiegen hat.

Fr. Schmidt kam von der Mündung des Amur, daher aus NO. Er zog im Thale des Amgun, dann des Nemilen und des Kerbi nach aufwärts, erreichte in 52° n. Br. das Gebirge und nicht weit von dem Ostrande desselben den etwa 6000 Fuss hohen, aus Granit bestehenden Kamm; sonst waren Glimmerschiefer und Thonschiefer sichtbar. Jenseits dieses Kammes, welchen wir ohne Zweifel als die Fortsetzung der Hauptkette des Ala-Gebirges anzusehen haben, befinden sich die höchsten Quellen der Bureja. In ihrem Thale, noch oberhalb der Einmündung des Niman (daher beiläufig in 51° 40′ oder 51° 30′ n. Br.), kam der Reisende aus granitischem Gebirge in eine ausgedehnte, flachere Gegend, in welcher Angara-Schichten mit Asplenium, Dicksonia und And. getroffen wurden, hier merkwürdiger Weise von Ammoniten und Belemniten begleitet. Thalwärts folgen Kohlenflötze mit den gleichen Pflanzenresten, gleichfalls mit Belemniten. Die Schichten sind gefaltet, die Flötze vertical. Nun erst gelangt man an die Mündung des Niman. Die Angara-Schichten ziehen längs der Bureja fort, aber einige Tagereisen tiefer kreuzt der Fluss noch einmal einen breiten Parallel-Zug von rothem Granit, später von Kalk mit Graphit, endlich von Porphyr. Diesem letzteren waren im Süden lignitführende Schichten angelagert; endlich wurde der Amur erreicht.[33]

Dieser letztgenannte Zug von Granit, Kalk und Porphyr entspricht wahrscheinlich dem südwestlichen Ende des Turkana-Gebirges.

Dieses Gebirge ist ein westlicher Parallelzug des Kleinen Chingan. Es liegt fast seiner ganzen Länge nach westlich von der Bureja, erniedrigt sich gegen SSW. und verschwindet endlich, nachdem es, wie aus Fr. Schmidt's Angaben wahr-

scheinlich wird, noch von der Bureja schräge durchschnitten wurde. Endlich verliert es sich in breiten Rücken unter der Ebene ohne den Amur zu erreichen. M. Iwanow, welcher dasselbe 140 Werst N. vom Amur kreuzte, traf felsige Rücken von Muscovit-reichem Granit mit aplitischen Gängen, streckenweise durch Druck in Gneiss umgeprägt und gegen die Bureja, d. i. gegen Osten, Porphyr.[34]

Man erkennt aus dem Gesagten, dass zwischen dem Turkana-Gebirge und dem Kleinen Chingan eine mesozoische Transgression von Norden her vordringt, deren Spuren weiter im Süden noch nicht bekannt geworden sind.

Ueber den Zusammenhang der Gebirgsketten kann um so weniger Zweifel herrschen, als D. Iwanow von Chabarowsk, d. i. von Südosten her, bis über den 50. Breitegrad vorgedrungen ist und gleichfalls die Beständigkeit des Streichens angetroffen hat. Hier schliessen sich an die Ostseite (Chr. Patschan) noch mehrere parallele Kulissen an (Sungatshan, Djaki-Unochta, Mandan), welche gegen den Amur in vereinzelten Rücken unter die Ebene tauchen. Hier sind auch palaeozoische Züge vorhanden und in einem derselben, auf dem Uebergange Kulteka, östlich vom Chr. Patschan, fand D. Iwanow Versteinerungen, welche auf devonisches Alter hindeuten.[35]

Am genauesten ist der südliche Theil des Kleinen Chingan bekannt. Zwei natürliche Querprofile durchschneiden denselben. Das erste ist das Thal der Grossen Bira, welches in 49° n. Br. das Gebirge in ostwestlicher Richtung durchfurcht, gegen Westen sich aufwärts in dem Nebenflusse Kichtan fortsetzt und hier, schon ganz nahe dem W.-Rande des Kleinen Chingan, nur durch den Sattel Lagar vom Oberlaufe des Fl. Chingan getrennt ist, welcher den westlichen Fuss des Gebirges begleitet. Diese Linie bildet den bequemen Uebergang für die Eisenbahn. Das zweite Querprofil bildet die Erosionsfurche des Amur. Diese ist 110 Werst lang und im Ganzen gegen SSO. gerichtet, so dass sie an ihrem W.-Ende, bei Paschkowo, dem Profil der Eisenbahnlinie nahe liegt, während ihr SO.-Ende bei Ekaterino-Nikolsk um mehr als einen Breitegrad von demselben entfernt ist.

Diese Erosionsfurche, in welcher sich der grosse Strom streckenweise mit der Breite von einer Werst begnügen muss und welche auch als die Schlucht Kamnifyn bezeichnet wird, ist von Schmidt, Anosow und anderen Beobachtern beschrieben worden. Batzewitsch hat durch den Vergleich mit dem Profil der Eisenbahnlinie an der grossen Bira das regelmässige Streichen NNO. der einzelnen Zonen nachgewiesen.[36]

Zuerst ist zu bemerken, dass oberhalb der Schlucht der westliche Fuss des Kleinen Chingan von der unteren Bureja bis zum Flusse Chingan von einer langen Zone basaltischer Berge begleitet ist. Diese Basalte und die ihnen zunächst folgende Zone von Porphyr haben M. Iwanow veranlasst, hier den Rand einer Senkung vorauszusetzen.[37]

Die erwähnte Zone von Porphyr, vielleicht dieselbe, welche viel weiter im Norden zwischen dem Kleinen Chingan und dem Gebirge Turkana bekannt ist, bildet die ganze Westseite des Kleinen Chingan. Sie erreicht an der Eisenbahn-Linie den Sattel Lagar, nimmt im Cañon die ganze, etwa 36 Werst lange Strecke von Paschkowo bis Radde ein und setzt sich in die Mandschurei fort. Auf dieser Strecke ist das Bett des Amur sehr eng und felsig.

Nun folgt bis zum Ende der Erosionsfurche eine NNO. streichende Reihe von Falten, in welchen Granit, Gneiss und Glimmerschiefer sichtbar sind. Oberhalb Sujusnaja befindet sich, im steilen, unterwaschenen Abhange Glimmerschiefer, Glimmer-Gneiss und biotitführender Sandstein und im Westflügel einer Synclinale dieses Sandsteins eine beträchtliche Lagerstätte von Graphit. Einige Werst tiefer folgt weisser krystallinischer Kalkstein mit Schuppen von Graphit. Anfangs ist er gegen N. geneigt, dann bildet er einen Sattel, neigt sich gegen SO. und dann wieder gegen N. Endlich tritt in sehr steil gestellten Bänken hellgefärbter Quarzit hervor und reicht bis zum östlichen Rande des Gebirges. Etwas NO. von Ekaterino-Nikolsk kommt eine basaltische Zone auch am östlichen Fusse hervor.

Diese Zonen der Flussrinne, mit Ausnahme des Basaltes, erscheinen, wenigstens der Hauptsache nach, an der Linie der Eisenbahn, d. i. des Bira-Flusses wieder; dort aber, wo die

Eisenbahnlinie den östlichen Rand des gefalteten Gebirges verlässt, schmiegen sich an diesen in flacher und discordanter Lagerung die Schichten der Angara-Stufe. Auf ihnen liegt am Krasnji-Jár eine horizontale Decke von rothem Porphyr. Noch einmal folgt in den Schuki-Bergen ein langer Parallelzug von archaischen Felsarten; auch diese begleitet im Osten die Angara-Serie. Dann ist der Rand der östlichen Ebene erreicht.

Auf diese Art haben wir von den Schantar-Inseln bis zur Schlucht des Amur, d. i. durch mehr als neun Breitengrade, eines jener langen Bündel von Falten verfolgt, welche für diesen Theil Eurasien's bezeichnend sind. Ob demselben mit grösserem Rechte Middendorff's Name Bureja-Gebirge oder der Name Kleiner Chingan zukomme, mögen Andere entscheiden.[38]

Die Faltenzüge, welche an der Ochot'schen Küste diesem parallel bis zum Amur hervortreten, haben, so weit sie bekannt sind, eine ähnliche Zusammensetzung, aber sie sind weit kürzer. Den mikropertitischen Granit von Cap Dugandja kennt Bogdanowitsch im Osten noch von den See'n O. von Nikolajewsk.

Indem diese Gebirgs-Züge gegen Süd verschwinden, geben sie der weiten, nur von vereinzelten Rücken und von grossen See'n unterbrochenen Niederung Raum, welche sich zwischen dem Ost-Abhange des Kleinen Chingan und dem Amur aufwärts bis gegen Chabarowsk erstreckt. Unter den dem Strome zunächst liegenden Vorbergen wird der vereinzelte basaltische Hügel Até, WNW. von Chabarowsk, an dem Unterlaufe der Tunguska, von Batzewitsch für einen einstigen Vulcan gehalten.

Mandschurei. Der Bau der nördlichen und mittleren Mandschurei ist durch die sehr lehrreichen Arbeiten Anert's genauer bekannt geworden.[39]

Zuerst ist zu bemerken, dass in der Mandschurei zwei Gebiete sich scharf trennen, nämlich die Ebene im Nordwesten, in welche übrigens der westliche Bug des Sungari weit hinausgreift, und das Bergland im Osten und Südosten, welches seine Abflüsse an den Sungari und dessen bedeutenden, bei San-sin einmündenden Nebenfluss Mudan-dsjan abgibt.

Die mittlere Höhe der Ebene beträgt 162 M. und die

Flussbetten sind bis zu 30 M. tief in dieselbe eingeschnitten. An dem Rande der Ebene entblössen diese Furchen zwei Gruppen von Ablagerungen, nämlich eine höhere, horizontale, aus Sandstein und Thonschiefer bestehende Gruppe, in welcher bisweilen Fischreste angetroffen werden, und eine tiefere, gefaltete Gruppe, welche von rothem und gelbem Thon mit Nestern von Thonsandstein gebildet wird. Die Neigung der Schichten in dieser gefalteten Gruppe kann bis 45° und sogar über 60° steigen. Das Streichen der Falten ist NO. bis NNO.

Von etwa 50 Werst oberhalb Bodune am Sungari (45° 10′ n. Br.) an beginnt Sand sich auf diese Bildungen der Ebene zu legen, und von da an gegen Süd in der Richtung von Mukden, gegen West bis zu den Vorbergen des grossen Chingan und gegen Nordwest in der Richtung von Zizikar dehnt sich die Sandwüste aus. Im Westen und Nordwesten ist diese Wüste von den vulcanischen Gesteinen des Grossen Chingan und von Mergen begrenzt.

Vom Nordrande der Wüste ist wenig mehr bekannt, als dass N. vom Sungari sich zwischen diesen und den Rücken Tun-ni-wodzsi noch ein breiter Höhenzug einschaltet, Chei-shan oder die schwarzen Berge genannt, und dass einer der linken Zuflüsse des Sungari aus diesen Gebieten andesitische Geschiebe herbeiträgt, die Vermuthung bestätigend, dass vulcanische Felsarten einen bedeutenden Theil auch dieser Umrandung der Ebene bilden.[10]

Südlich vom Chei-shan behalten am Sungari die Falten im Untergrunde der Ebene ihre allgemeine Richtung gegen NO. und NNO.

Die Berge der östlichen und südöstlichen Mandschurei haben eine mittlere Höhe von etwas mehr als 900 M. und zerfallen in eine Reihe langer, paralleler, gefalteter Ketten. Drei von diesen treten besonders hervor, und zwar:

1. Der lange Zug, welcher unter verschiedenen Namen, wie Kentei-alin, Tshan-lin-dssa, Loë-lin u. And. in etwa 47° n. Br. beginnt und in der Gegend SO. von Ninguta endet. Er begleitet das Thal des mittleren Ussuri; ein Theil fällt zum

See Chanka ab, und wir haben anzunehmen, dass in diesem Höhenzuge jene Falten des westlichen Sichota-Alin Fortsetzung finden, welche, wie sich bald zeigen wird, vom Ussuri schräge durchschnitten werden.

2. Westlich und südlich von diesem der Bergzug Dsjan-huan-dsailan, welcher zwischen die Thäler des Mudan-dsjan und des Sungari eintritt und W. von Omosso oder noch weiter im Süden endet.

3. Noch weiter gegen Süd und West der Lo-ja-lin, NO. von Girin.

Ausser diesen Hauptketten sind aber noch viele untergeordnete Züge vorhanden. Alle bestehen aus alten Felsarten, aus Gneiss, Glimmerschiefer und Thonschiefer und aus schwarzem Quarzit, ferner aus Granit, Porphyr und Diorit. Fossilführende Schichten wurden bisher noch nicht gefunden. Discordant sind ihnen kohlenführende Bänke angelagert, insbesondere zwischen dem Lo-ja-lin und dem Dsjan-huan-dsailan, NO. von Girin, aber auch an vielen anderen Punkten, und noch 150 Werst S. von Girin wird Kohle gewonnen.

Die mandschurischen Berge bilden zwar eine natürliche Gruppe paralleler Höhenrücken, aber sie besitzen, wie Anert hervorhebt, keine centrale Kette, welche durch die ganze Länge der Mandschurei herabziehen würde. Die Beziehungen zum südlichen Ende des Kleinen Chingan sind sehr deutlich. D. W. Iwanow hat in einer schematischen Skizze innerhalb des Kleinen Chingan eine leichte Beugung der Leitlinie aus NNO. gegen NO. und rückkehrend gegen NNO. im Quellgebiete der grossen Bira verzeichnet, mit welcher letzteren Richtung der Amur durchquert wird.[41] In der Mandschurei findet nordwärts gegen San-sin eine ähnliche Schwenkung des Streichens statt, welche zur Folge hat, dass gegen San-sin der Sungari in einem Längenthale fliesst, während der Mudan-dsjan die Falten schräge durchschneidet.

Die mandschurischen Berge treten nicht in unmittelbare Berührung mit dem Kleinen Chingan, welcher nicht gar zu weit S. vom Amur endet, aber sie sind gleichsinnig angeordnete Kulissen.

Noch näher sind die Beziehungen zum Sichota-Alin.

Anert bemerkt, dass die kohlenführenden Schichten, ganz wie jene am Rande der Wüste, in der Richtung NO. bis NNO. streichende Falten zeigen. Während aber diese jüngeren Sedimente allenthalben eine der Richtung der Höhenzüge entsprechende Faltenbildung besitzen, sehe man stellenweise innerhalb der alten Felsarten dieser Höhenzüge selbst eine Abweichung von dieser allgemeinen Richtung.

‚Das Streichen der Glimmerschiefer, quarzitischen Schiefer, Thonschiefer und Gneisse,' sagt derselbe, ‚ist gewöhnlich nahe dem Streichen der Rücken, aber ausserdem gibt es öftere Fälle, in denen das Streichen der Felsarten beinahe senkrecht ist auf das letztere, so dass hier irgend ein complicirtes Verhältniss besteht. Wahrscheinlich haben diese Felsarten vor der Bildung jener Falten, aus deren Auswaschung die heutigen Rücken hervorgingen, ein Streichen gehabt, welches ganz verschieden war von diesen Falten.'[42]

Dieser Umstand, neben welchem wir die OW. streichenden Falten archaischer Felsarten im Osten des See's Chanka kennen lernen werden, ist umso bedeutungsvoller, als ein anderer Beobachter, Eug. v. Cholnoky, weiter im Süden in der That wieder das Streichen OW. anführt.

Allerdings hat Anert, von Osten her nach Ninguta reisend, vier parallele Rücken mit Str. NNO. angetroffen und dieselbe Richtung bis NO. herrscht auch zwischen Omosso und Girin; ebenso fand Cholnoky in der Umgegend von Chun-tshun Str. NO., aber westlich von diesem Orte beobachtete der letztere in der Gebirgskette Thu-shan sowie weiter gegen SW. in einer Gebirgskette, welche dem Tshang-pai-shan gleichgestellt wird, die ostwestliche Richtung. An alle diese Beobachtungen reiht sich im Süden die wichtige Angabe Richthofen's dass die Brüche und Flexuren von Peking sich bis Kai-ping erstrecken, dort im Sinne des I-wü-lü-shan eine gegen Süd convexe Beugung gegen NNO. vornehmen, und wahrscheinlich mit einer Flexur den Westrand des Thales von Mukden begleiten.[43]

Nicht nur die Lückenhaftigkeit der Beobachtungen und der

Karten erschwert aber hier ein Urtheil, sondern auch das Eintreten einer grossen Ausbreitung jüngerer Laven, deren nördliche Ausläufer Anert beschrieben hat, und welche nach Cholnoky das ganze obere Quellgebiet des Sungari einnehmen und erst an der Strasse von Girin nach Mukden enden, wo ihr Abfall für einen selbständigen, gegen NO. streichenden Gebirgszug gehalten worden ist.

Basaltische Tafeln zeigen sich über den alten Felsarten bereits auf der Strasse von Wladiwostok nach Ninguta. Grosse Ausbreitung erlangen sie im Thale des Mudan-dsjan bei Ninguta, wo sie auch Younghusband aufgefallen waren, und in der Umgegend von Omosso.[44]

Ein von einem nicht verwitterten Schlackenfelde bedeckter Lavastrom, welcher jünger ist als die Thalbildung und als die vereinzelten Tafelberge von Basalt, kommt, nach Anert's Darstellung, im Süden von Ninguta von den westlichen Bergen herab. Er hat das Thal des Nebenflusses Shitu-dsjan angefüllt und sich in solcher Weise in das Hauptthal quer über den Mudan-dsjan gelagert, dass durch ihn der bedeutende See Bel-ten (Bir-ten) gebildet worden ist. Heute noch stürzt der Mudan-dsjan, indem er diesen See verlässt, 32 M. tief in einen Abgrund von schwarzer Lava hinab.[45]

In den höchsten Quellgebieten des Sungari, im koreanischen Grenzgebirge, erhebt sich der vulcanische Berg Peik-tu-shan oder Lao-pai-shan der ‚alte weisse Berg' (42° n. Br., 127° 40' ö. L.). Campbell hat ihn beschrieben. Durch neun Monate trägt er Schnee und im übrigen Theile des Jahres ist er weiss durch seine Ueberschüttung mit Bimsstein. Ein Kratersee liegt in 7500 Fuss eingesenkt in seine Masse; der Umfang des See's beträgt nach James 18 Kilom. Die vulcanischen Bildungen ziehen sich von diesem Punkte aus nicht nur nach Nord, sondern auch südwärts weit in das Thal des oberen Yalu hinab.[46]

Dieser Berg wird von Campbell zum Gebirge Tshang-pai-shan gerechnet; es ist nicht sicher, ob dieses dasselbe Gebirge ist, welches Cholnoky unter diesem Namen anführt.

Sichota-Alin. Ein breites Gebiet von jungem Schwemmland begleitet den unteren Amur; aus demselben treten Sedimente hervor, welche jünger zu sein scheinen als die Gebirgsketten, und in denen an der Mündung des Gorin in den Amur (50° 45′) die Gattung Aucella gefunden wurde.[47] Die vereinzelten Höhen, welche innerhalb der breiten Niederung zwischen dem Kleinen Chingan und dem Sichota-Alin sich einschalten, strecken sich gegen SSW. Die bedeutendere, aus dem Tieflande inselförmig aufragende Berggruppe Chechzir erreicht 1066 M. Sie begleitet zur Rechten den Ussuri bei seiner Einmündung in den Amur; an ihrem Fusse, gleichsam an dem Eingange in die Mandschurei, liegt die Stadt Chabarowsk. Chechzir besteht aus Granit, altem Schiefer, Quarzit, krystallinischem Kalkstein und aus einer hoch hinaufreichenden, jüngeren Ueberdeckung, welche den Angaraschichten zugezählt wird. Gegen den Ussuri endet Chechzir mit einer Verwerfung, an welcher die ganze Gesteinsfolge senkrecht steht. D. Iwanow betrachtet den Chechzir als einen Theil des Sichota-Alin.[48]

Diesem wenden wir uns zu.

Schon der äusserste Norden bietet Unerwartetes. Der Amur wird in seinem untersten Theile zu einer so heftigen Krümmung gezwungen, dass sein Lauf bei Nikolajewsk gegen SO. gerichtet ist. Sein nördliches Ufer ist felsig. Das Vorgebirge, welches nördlich von der Mündung die tartarische Strasse einengt, bildet im Süden, an der Mündung des Amur selbst, das Cap Tabach und gegen Norden das Cap Puir. Am N.-Ufer des Amur traf Batzewitsch bis Cap Tabach hohe Felsen eines porphyrartigen Gesteins mit röthlicher Grundmasse, mit Plagioklas und Hornblende, und hierauf nordwärts gegen Cap Puir, daher an der W.-Küste der tatarischen Strasse, dünne, senkrecht gestellte Platten von grünlichem Sandstein. Weiter gegen Cap Puir erhebt sich die Gora Polosata, d. i. der gestreifte Berg, weither und bei hellem Wetter sogar von Sachalin aus kennbar an seiner auffallenden Färbung. Er ist nicht eine selbständige Höhe, sondern ein Abriss von einem längeren Rücken und besteht aus senkrechten Lagen von braun-

rother, rother, gelber und weisser Färbung mit dünnen Lagen von weissem und rosenrothem Quarzit. Das Streichen ist OW.[49]

Weiter im Süden, bei Mariinsk, bildet ein breiter, vereinzelter Rücken von Trachyt, welcher weit und breit das Land beherrscht, die nördliche Begrenzung des See's Kisi, aus dessen Wässern noch eine kleine trachytische Insel aufragt. Erst südlich von dieser Stelle (etwa 51° 35′) kennt man die regelmässigen Faltenzüge des Sichota-Alin, welcher von hier an in der Richtung SW. sich durch neun Breitegrade erstreckt.

Die Kenntniss von diesem Gebirge hat durch die Arbeiten D. Iwanow's eine sehr wesentliche Bereicherung erfahren. Derselbe hat den Norden mehrmals durchquert, den grössten Theil der Ostküste bereist und die hervorragendsten Züge des Baues zu vereinigen gesucht.[50]

Alle bisher bekannten Ketten bestehen aus archaischen Felsarten; dazu treten einzelne Züge, welche vielleicht palaeozoischen Alters sind, und jüngere Lagen von Sandstein und Conglomerat, welche der Angara-Stufe zufallen mögen; Versteinerungen sind nur im äussersten Süden bekannt. Ferner erscheinen eruptive Felsarten von sehr verschiedenem Alter.

Nach D. Iwanow's Beobachtungen entspricht die Richtung der Falten nicht genau der Richtung der Küste. Vom Norden her bis zur Bucht des Hl. Wladimir (nahe 44° n. Br.) fallen allerdings beide Richtungen zusammen und ist die Küste von sehr langen Rücken gleichförmig begleitet. Von der bezeichneten Stelle an ist diess nicht mehr der Fall; hier streichen die Faltenzüge gegen das Meer aus, setzen sich wohl auch in Inseln fort, wie bei Wladiwostok, die Buchten werden tiefer und es erscheint eine Rias-Küste.

Man wusste seit längerer Zeit, dass einzelne Buchten der Ostseite, wie de Castries, von Basalt umgeben seien; nun ergibt sich aber, dass ein Saum junger Eruptiv-Gesteine vom Berge Djeljesnjak (45° 25′) nordwärts bis de Castries (51° 30′), d. i. durch etwa 6 Breitegrade, so weit die Küste überhaupt bekannt ist, in so langen Strecken dieselbe begleitet, dass jene Stellen, an welchen archaische Felsarten das Meer erreichen, dazwischen als die Ausnahmen erscheinen.[51]

Lange Erosionsthäler durchqueren das Gebirge; die Rücken lösen sich häufig in Goltzi auf, von welchen jedoch die höchsten 5000 Fuss nicht übersteigen. Im Innern fehlen jüngere Eruptivgesteine nicht, aber sie treten nur sporadisch auf.

Die Westseite des Sichota-Alin senkt sich allmälich, oft in viele niedrigere Vorberge aufgelöst und in einzelnen Flussthälern von weiten Ebenen unterbrochen, zum Ussuri hinab. Für diese Seite des Gebirges besitzen wir die Beobachtungen von M. Iwanow.[52]

Die Felsarten sind dieselben, wie jene der Ostseite; Basaltströme kommen auch hier aus einzelnen Thälern hervor. Das Thal des Ussuri ist aber nicht ein Längenthal. Zwischen 47° und 46° n. Br., wo seine Richtung nahezu jene des Meridians ist, zeigt sich diess deutlich. Nachdem bei der Reise gegen Süden der aus Eruptivgestein bestehende Berg Samur passirt ist, erreicht man die quarzitischen Züge des Rückens Zifaku, welche gegen NO. streichen, mit dieser Richtung die Tigerberge bilden und auf diese Art, vom Ussuri in das Thal des unteren Bikin hinüberziehend, die Richtung des Ussuri schräge durchschneiden und das wahre, gegen NNO. bis NO. gerichtete Streichen verrathen. Auch weit aufwärts im Thale des Bikin, wie des Iman, herrscht Str. NO. bis NNO.

Etwas weiter im Süden, in der Nähe der Eisenbahnstation Ussuri,[53] wo eine Anticlinale von dunkelgrauem Glimmerschiefer hervortritt, sieht man, dass das Str. NO. sich fast zur Richtung OW. gewendet hat, so dass hier der Ussuri quer über die Falten der alten Felsarten fliesst. Dieses fast ostwestliche Streichen beherrscht alle Vorberge an der Ost-Seite des See's Chanka, so weit sie aus Gneiss, Granit-Gneiss und Glimmerschiefer bestehen. Es scheint aber nach M. Iwanow's Angaben eine Durchkreuzung von Falten zu bestehen. Nicht nur ist an der Ostseite des See's Chanka und noch weit aufwärts gegen NNO. im Thale des Ussuri eine lange Reihe vereinzelter Kalkberge zu sehen, welche vielleicht dem Carbon angehören, unmittelbar auf Granit und Gneiss liegen und die Spuren einstigen Zusammenhanges verrathen, sondern man sieht auch, im Gegensatze zu dem nahezu ostwestlichen Streichen der ältesten Gesteine, weiter im Süden

eine etwas jüngere Serie in fast nordsüdliche Falten gelegt. Dieses ist am Felsen Lindonau der Fall, bei welchem sich am Fusse des hohen Berges Bjelzowa die Flüsse Daubiché und Ullaché zur Bildung des Ussuri vereinigen. Diese jüngere Serie besteht aus Quarzit und Thonschiefer und ist von Gängen von Quarz-Porphyr durchschnitten; es scheint die Trias-Formation an derselben theilzunehmen.

In dem südlichsten Theile des Landes, in der Umgegend von Wladiwostok und namentlich am West-Ufer der Ussuri-Bucht, tritt Ober-Carbon hervor mit Spirifer fasciger, in einer anderen Bank mit Productus cora; Tschernyschew stellt diese Ablagerungen gleich dem Ober-Carbon des Ural und dem lower Productus-limestone der Salzkette. Ferner treten hier marine Glieder der Trias-Formation auf, zumeist aus Schiefer und Sandstein bestehend; diese liegen nach M. Iwanow transgredirend auf älteren Felsarten. Allerdings haben sie nachträgliche Störungen erlitten und sind bald S., bald SO. oder NW. geneigt, entsprechend, wie es scheint, der Beugung des alten Gebirges. Diese Trias-Bildungen sind es, welche in das Thal des Daubiché sich erstrecken und den Berg Bjelzowa zu erreichen scheinen.[54]

Hokkaido und Sachalin. In unseren Wanderungen gegen Ost ist das Meer erreicht, sowohl im Ochot'schen Gebiete, als am Sichota-Alin. Vor uns breiten sich die Inselbogen aus und lehren, dass die Grundlinien des Baues von Inner-Asien sich auch auf die benachbarten Theile des pacifischen Oceans erstrecken.

An früherer Stelle (II, 220—229), wurden die folgenden Bogen unterschieden: *a*) Liu-kiu, eingreifend in das südliche Kiu-shiu; *b*) Süd-Japan, vielleicht gegen China südwärts fortgesetzt in den Tshusan-Inseln, nordwärts zurückgebeugt im Akaishi-Sphenoid zu der Schaarung an der grossen Bruchregion; *c*) Nord-Japan, im Berglande von Quanto mit gebeugtem Streichen hervortretend aus der Schaarung, nordwärts fortgesetzt in Süd-Yesso (Hokkaido); *d*) Mittleres Yesso und Sachalin, durch Entwicklung der Kreideformation ausgezeichnet; *e*) Kurilen, fortgesetzt in O.-Kamtschatka; *f*) ein Bruchstück im mittleren und westlichen Kamtschatka.

Diese Auffassung der leitenden Linien ist durch die zahlreichen seitherigen Forschungen bestätigt worden, doch lässt sich auf Grund dieser neueren Erfahrungen Manches genauer feststellen. Insbesondere gilt diess für Japan.

Die vor Jahren von Ed. Naumann entworfenen Leitlinien (II, 221) sind durch die Arbeiten Harada's und vieler trefflicher Fachgenossen in Japan im Wesentlichen als richtig erkannt.[55] Aber deutlicher noch als damals, sieht man nun das Eintreten der vulcanischen Kette der Shichito-Inseln in die fossa magna, die Linie oder Fuge der Schaarung. Ebenso hat die Gliederung der fossilführenden Schichten bedeutende Fortschritte gemacht. Man kennt auf den japanischen Inseln marine Ablagerungen, welche, abgesehen von älteren Felsarten mit Radiolarien, das Ober-Carbon und sehr verschiedene Abschnitte der mesozoischen Zeit vertreten und zugleich hat man, wenn auch vorläufig nur auf Grund des Studiums der Floren, gelernt, die kohlenführenden Sedimente der Angara-Serie zu trennen. Die Flötze von Nagato, O. von Shimonoseki, enthalten eine rhätische Flora,[56] jene von Kaga werden zum mittleren Jura gezählt[57] und die pflanzenführenden Schichten der Insel Shikoku deuten auf das Alter des Wealden oder Neocom.[58]

Von besonderer Bedeutung für das Verständniss der Insel-Bogen sind die Arbeiten Jimbo's auf Hokkaido.[59] Von Südwesten her, also von Honshiu, herübertretend, erkennt man nun folgende Elemente in dem Baue dieser grossen Insel. Der südwestlichste Theil, Oshima, besteht aus vereinzelten Bruchstücken alter Schiefergesteine, auch einzelnen Granit-Vorkommnissen. Dazwischen stehen Vulcane, wie gegen SW. die Inseln Koshima und Oshima, und an der Ostküste Esan und Komagatake, der letztere am Eingange in die kreisrunde Bucht Uchiura (Volcano Bay) gelegen, welche selbst nur eine Wiederholung der kesselförmigen Einbrüche von Gassan, Chokai u. And. an der NW.-Küste von Honshiu ist. (Fig. 17, II, 221.) So stellt sich dieser Theil von Hokkaido als die Fortsetzung von Honshiu dar.

Der N. von der Bucht Uchiura sich erhebende Gebirgsknoten, welcher auf der Landkarte als eine zweite Verbreiterung

der Insel erscheint, ist fast ganz von andesitischen Felsarten zusammengesetzt, über welche sich mehrere Vulcane erheben; in der Mitte steht der höchste, Makkarinupuri (1963 M.).

Diese grosse vulcanische Masse nennt Jimbo die Shiribets-Masse. Es ist möglich, dass sie nordwärts Fortsetzung findet in der andesitischen Masse Mashike an der Westküste und noch weiter im Norden in dem Insel-Vulcan Rishiri.

Oestlich von der Shiribets-Masse sieht man eine tiefe Einsenkung, und östlich von dieser Senkung tritt unter dem Mantel von tertiären Sedimenten in wiederholten grossen Schollen eine Zone mittel-cretacischer Meeres-Ablagerungen hervor, welche von Urukawa unweit der südlichsten Spitze von Hidaka in fast nördlicher Richtung durch die ganze Insel bis zu dem nördlichsten Cap Soja sich verfolgen lässt. Diese durch mehr als drei Breitegrade sich erstreckende Zone ist aufgerichtet, gefaltet und an einzelnen Stellen überstürzt; das vorwaltende Fallen ist gegen Ost. Sie besteht aus Schiefer, Sandstein und Conglomerat und ist von den auflagernden tertiären Schichten, ganz wie auf Sachalin, in der Regel gar nicht zu unterscheiden. Sie wird seit den ersten Veröffentlichungen Naumann's als die Fortsetzung der cretacischen Gesteine von Sachalin angesehen und seither ist auch der für Sachalin so bezeichnende Helcyon giganteus auf Hokkaido gefunden worden. Die Untersuchungen Yokoyama's, so wie die Vergleiche Kossmat's und das Vorkommen so bezeichnender Arten der indischen unteren Ootatoor-Gruppe wie Gaudryceras Sacya und Tetragonites Timotheanus, haben zu der Ansicht geführt, dass die Schichtfolge bis zum Unter-Cenoman hinabreicht. Michael meint das Aequivalent des Emscher Mergels (Unter-Senon) auf Sachalin zu erkennen.[60] So verräth sich auch innerhalb der Inselbogen die grosse cretacische Transgression.

Oestlich von der cretacischen Zone von Hokkaido erhebt sich eine ebenfalls durch die ganze Breite der Insel zu verfolgende Zone von palaeozoischen Ablagerungen und altem Schiefergestein. Sie streicht gleichfalls regelmässig gegen Nord und erreicht die Nordküste nur wenig O. vom Cap Soja. Im Süden ragt aus ihrer Mitte mit demselben Streichen ein langer

Granitzug hervor. Diese südliche Hälfte ist Jimbo's Hidaka-Kette. Sie verschwindet gegen die Mitte der Insel unter den andesitischen und rhyolithischen Gesteinen der mächtigen aufgesetzten Vulcan-Gruppe Optateshike und nördlich von dieser ist sie vielfach von Laven oder tertiären Sedimenten bedeckt.

Die cretacische Zone und die Hidaka-Zone sind es, welchen Hokkaido seine rautenförmige Gestalt verdankt. Die erstere bildet, wie gesagt, Cap Soja im Norden, die letztere aber Cap Erimo im Süden. Was östlich von der Hidaka-Zone liegt, hat einen abweichenden Bau. Während bisher die meridiane Richtung maassgebend war, tritt nun, wie schon Lyman richtig erkannte, die Linie der Kurilen (jap. Chishima) nach Hokkaido herein.

Durch Yokoyama ist die bemerkenswerte Thatsache festgestellt worden, dass im äussersten Osten von Hokkaido, in der Nähe der Stadt Nemuro, und noch weiter, auf der Insel Shikotan, welche den südlichen Kurilen vorliegt, noch einmal die Kreideformation mit Inoceramus u. s. w. hervortritt. Wir würden diese Vorkommnisse ohne Weiteres als Reste der Aussenzone der Kurilen bezeichnen, aber es zeigt sich merkwürdigerweise, dass eine andesitische Breccie bereits innerhalb dieser cretacischen Sedimente erscheint, und dass folglich die vulcanische Thätigkeit in den Kurilen bis in die Kreidezeit zurückreicht.

Von der südlichsten Kurilen-Insel Kunashiri ziehen die Vulcane in unverändertem bogenförmigem Streichen aus WSW. gegen W. quer durch den Osten von Hokkaido bis zu dem Vulcan Nutapkaushipe (7500 Fuss, 2285 M.) und endlich bis zu der bereits genannten Gruppe Optateshike (6000 Fuss), welche dem Granitgebirge aufsitzt. Auch im Thale des Teshio, in der cretacischen Hauptzone, daher westlich vom alten Schiefergebirge, wird von Jimbo andesitische Breccie von cretacischem Alter erwähnt.

Aus dieser Anordnung, und namentlich aus der Lage der Gruppe Optateshike geht hervor, dass die vulcanische Linie der Kurilen thatsächlich in das querstreichende gefaltete Schiefer- und Granitgebirge von Hidaka eingreift. Dieses ist also die Art der Begegnung zweier wichtiger Leitlinien, von denen eine vulcanischer Natur ist.

Tertiäre Süsswasserschichten mit Braunkohle und über ihnen tertiäre Meeresablagerungen schliessen sich fast ringsum an die bisher erwähnten Bergzüge.

Nun lässt sich auch das Verhältnis von Hokkaido zu Sachalin genauer beurtheilen. Sachalin besteht gleichfalls aus Zügen von palaeozoischem oder noch älterem Schiefergestein, über welchem die Schichtfolge mit dem Cenoman oder Unter-Senon beginnt. Die Streichungsrichtung ist dieselbe. Die Zahl der Parallelketten ist grösser. Vulcane fehlen.

Die Karten verzeichnen oft im Süden von Sachalin ein gegen SO. abgehendes Vorgebirge, welches bei Cap Aniwa endet. Dieses gibt einen irrigen Eindruck. Hier sind thatsächlich, wie Glehn und Schebunin gezeigt haben, drei parallele, von Nord gegen Süd streichende Gebirgszüge vorhanden, welche durch Längsthäler getrennt sind.[61] Der erste, östliche Gebirgszug endet in Cap Aniwa und ist im Norden durch die Mordwin'sche Bucht abgetrennt. Glehn nennt ihn das Gebirge der östlichen Südspitze (VI, Fig. 7). Der zweite meridionale Zug wird von Glehn als das Soja-Sususnaj-Gebirge bezeichnet. (V, Fig. 7.) Sein S.-Fuss erhebt sich aus dem O.-Ufer der Bucht von Aniwa; seine Höhe erreicht etwa 760 M.; seine Länge ist, wie jene des ersten Zuges, beiläufig 80 Werst, und er endet an der Ostküste. Den dritten Zug nennen wir mit Poljakow das grosse Sachalin-Gebirge (IV, Fig. 7). Im Cap Crillon beginnend, setzt er sich in meridionaler Richtung bis 51° n. Br. fort.[62]

Die beiden kurzen erstgenannten Züge und der südliche Theil des grossen Sachalin-Gebirges bestehen nach Glehn und nach Lopatin aus krystallinischem Schiefer und Marmor und sind stellenweise umgeben von weissem Mergel mit Fischresten, dessen Alter unbekannt, doch wahrscheinlich tertiär ist.[63]

Die beiden kurzen östlichen Züge finden keine Fortsetzung auf Hokkaido und würden dort in den Bereich des Bogens der Kurilen fallen. Der Anschluss kann nur über die Strasse La Pérouse von Cap Soja gegen Cap Crillon gesucht werden. Wir wissen, dass Cap Soja cretacisch ist, und dass die alten

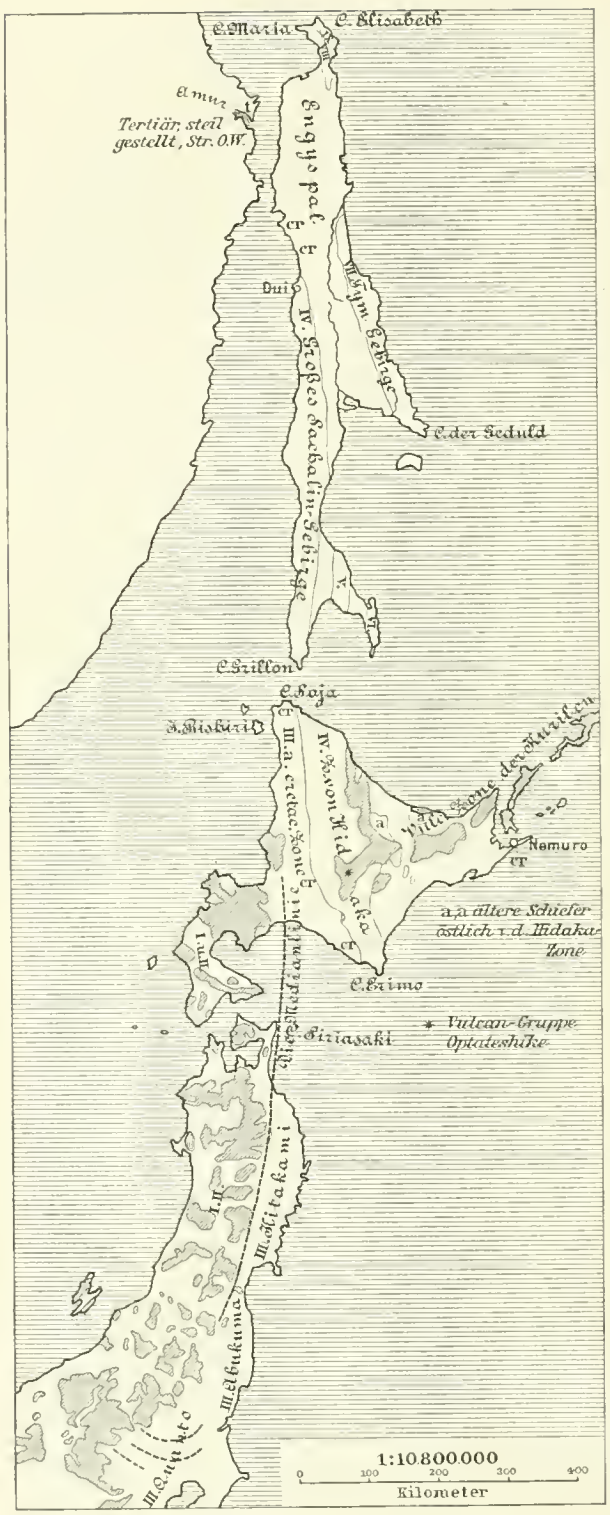


Fig. 7. Hokkaido und Sachalin.

Gesteine der Zone von Hidaka erst etwas weiter gegen Ost die Nordküste von Hokkaido erreichen. Nichtsdestoweniger bleibt diese Stelle westlich vom Meridian des Südcap's Erimo.

Entweder besitzt daher die Hauptkette von Hokkaido keinen streng meridionalen, sondern einen um ein Geringes gegen NNW. abgelenkten Verlauf, oder sie entspricht nicht dem grossen Sachalin-Gebirge, sondern einer neuen Kulisse.

Die Ostseite von Cap Crillon zeigt die weissen Mergel; die Westseite besteht aus denselben krystallinischen Schiefergesteinen wie die beiden östlichen Züge. Bald aber, und zwar vom Flusse Oko (46°40'), legt sich an die W.-Küste eine Reihe

braunkohlenführender Sedimente, welche dieselbe sehr weit gegen Nord in vereinzelten Schollen begleitet. Indem Lopatin von Nai Budschi an der Ostküste (47° 25′ nahe dem nördlichen Ende des zweiten oder Soja-Susunaj-Gebirgszuges) die Insel in der Richtung gegen SW. durchquerte, traf er nur metamorphische Gesteine mit vielen Quarzadern und mit geringen tertiären Schollen. Allerdings fanden sich im Flussgeschiebe Granit, Porphyr und Diorit.

Nachdem die östlichen Züge verschwunden sind, bildet das grosse Sachalin-Gebirge durch eine lange Strecke allein den Leib der schmalen Insel. Es hatte bereits die Höhe von 3000 Fuss erreicht und senkt sich in 48° wieder zu 7—800 Fuss herab, um neuerdings anzusteigen. Im Westen wie im Osten sind längs der Küste Braunkohlenlager bekannt. Innerhalb dieser Strecke verschwinden auf eine noch nicht näher ermittelte Weise, bei scheinbar unveränderter Richtung des Gebirges, die alten Felsarten, und weit jüngere Gesteine treten an ihre Stelle. Am Pic de Martinière oder Ktöus-pál (50° 15′) hat Schmidt bis auf den 5000 Fuss hohen Gipfel harten, grauen, halbkrystallinischen, cretacischen oder tertiären Sandstein getroffen, welcher überhaupt weit und breit, zumeist in steiler Schichtstellung, die Grate bildet.[64]

Etwa von 49° an hat sich von Osten her dem grossen Sachalin-Gebirge eine zweite, deutlich gegen N. convergirende Kette zugesellt, das Tym-Gebirge (VII, Fig. 7). Im Süden schliesst es den Golf der Geduld ab, und weiterhin ist es durch die beiden Längsthäler des Poronai und des Tym bis zu seinem nördlichen Ende, den ‚Zuckerhüten', in der Nähe von 52° n. B., von dem westlichen Gebirge abgetrennt. Poljakow, welcher vom Alexander-Thale bei Dui (50° 50′) über das Sachalin-Gebirge zum Tym und diesen abwärts zum Nord-Ende des Tym-Gebirges gereist ist, sah nur Quarzit und grauen sandigen Thon und hielt das Thal des Tym für eine Synclinale, während die Gebirgszüge zur Rechten und zur Linken sich als Anticlinalen von oft steil gestelltem Quarzit und mürbem Sandstein darstellten.[65]

Nach Lopatin erscheinen aber am Tym auch krystallinische Felsarten und bilden diese die Ostküste längs des Tym-Gebirges.[66]

Es scheint nicht, dass der untere Tym dort, wo er das Tym-Gebirge abschliesst, in einem Querthale fliesst. Poljakow sagt, das östliche Gebirge werde gleichsam durch das westliche bei Seite gedrängt. Thatsächlich lassen sowohl Glehn als auch Schebunin das grosse Sachalin-Gebirge bei Dui oder etwas N. davon, in 51° oder 51° 30′, an der Westküste enden, und von da an nimmt das Land gegen Nord mehr und mehr die Gestalt einer breiten und unebenen Tafel an, deren höchster Theil, Engys-pál (2000 Fuss), die Kante eines breiten Rückens, aber nicht ein Kettengebirge ist. Diese unebene Tafel tritt zuerst im Westen an die Stelle des grossen Sachalin-Gebirges, dann im Osten an jene des Tym-Gebirges, so dass sie allein die ganze Breite der Insel einnimmt.

Nördlich von dem noch aus krystallinischen Felsarten bestehenden Cap Choindscho (50° 50′) und dem benachbarten Dui, dort beiläufig, wohin das Ende des grossen Sachalin-Gebirges versetzt wird, erscheint an der Westküste eine mannigfaltige Reihe von steil gestellten, nach einzelnen Angaben sogar überfalteten Sedimenten. Von hier stammt die reiche, von Schmidt beschriebene cretacische Fauna von Sachalin, welche so grosse Verwandtschaft mit Hokkaido und mit der Kreide Ostindien's verräth. Die marine Serie beginnt mit der mittleren Kreide. Es fehlen aber auch nicht tertiäre Süsswasser- und Meeres-Ablagerungen. Glehn hat die ganze bis zum Cap Uandi reichende, etwa 70 Werst lange Reihe von Aufschlüssen geschildert.[97] Man erhält den Eindruck, als würde diese ganze Zone von jüngeren Sedimenten unter einem spitzen Winkel von der Küste abgeschnitten, und als würde sie gegen die tatarische Meerenge, d. i. gegen NNW. ausstreichen.

Im Norden, bei Uandi, tritt noch einmal die krystallinische Unterlage hervor (51° 35′), worauf jedoch wieder steile Schichten von Sandstein folgen, und weiter gegen Nord, an dem ganzen Westende des vom Engis-pál überragten hügeligen Landes, ist, soweit es überhaupt jenseits der vorliegenden breiten Tundra betreten worden ist, bis zum Brackwasser-See Pronge (53° 45′) nur Sandstein von wahrscheinlich tertiärem Alter bekannt. Batze-

witsch hat den Sand und mürben Sandstein von Pronge beschrieben. Derselbe führt Carneole und Chalcedone, wie dies weit und breit im tertiären Sandstein des Amurlandes der Fall ist. Das von Batzewitsch verzeichnete Fallen hor. 3 NO., unter 20°, deutet auf nordwestliches Streichen. Dieser Sandstein reicht quer über die Insel von der Westküste bis zur Ostküste, und zeigt keine organischen Reste; er wird als pliocän bezeichnet. Östlich von der Wasserscheide tritt in demselben auf einer Anticlinale Thon hervor, welcher Naphta führt und einen kleinen See von Naphta bildet. Auch am Ostufer ist Naphta bekannt.[68]

Noch einmal hebt sich ein scharfer gezackter Kamm empor, vollzieht eine eigenthümliche Krümmung gegen NW., reicht, 2000 Fuss hoch, in das westliche Vorgebirge hinein und endet im Cap Maria mit felsigen Abstürzen (VIII, Fig. 7). Ein zweiter ähnlicher, doch etwas weniger hoher Zug folgt diesem im Norden und endet im Cap Elisabeth, der nördlichsten Spitze von Sachalin, (IX, Fig. 7). Die Zusammensetzung dieser merkwürdigen Vorgebirge ist nicht bekannt; Glehn vermuthet, dass die älteren pflanzenführenden Schichten von Choindscho an ihrem Fusse zu Tage treten, da bei Pilwo, am S.-Fusse des südlichen Zuges, Kohle auftreten soll.[69]

Nicht nur in Hokkaido und im Tym-Gebirge, sondern auch an andern Orten und namentlich im nördlichen Sachalin dürfte das wahre Streichen vom Meridiane gegen NNW. abweichen, und im Norden schliesst die grosse Insel mit den beiden hakenförmigen Felszügen, welche in den Vorgebirgen Maria und Elisabeth abbrechen. Hiedurch gewinnt das OW. Streichen des tertiären Sandsteins in der Polosata gora, N. von der Mündung des Amur, eine besondere Bedeutung. Es scheint, als ob diese äussersten Theile der gegen den Busen von Ochotsk convergirenden Züge eine Umbeugung gegen West erfahren würden.

Die wesentlichste Änderung, welche in der hier wiedergegebenen Aufzählung der Leitlinien des Inselbogens als zweckmässig erscheint, besteht darin, dass der Bogen *d* (Hokkaido und Sachalin) nicht mehr als ein selbständiger Bogen sollte aufgeführt werden.

Naumann wie Harada stimmen darin überein, dass dem nördlichen Honshiu ein zonenförmiger Aufbau zukömmt. Harada drückt sich am schärfsten aus, und ihm folgend, sehen wir (Fig. 7) I eine innere Sedimentzone, vielfach gebrochen und von Eruptivgesteinen überdeckt, II die sog. Kernzone, bestehend aus Gneiss und krystallinischem Schiefer und III die äussere Sedimentzone. Grosse Vulcane erscheinen innerhalb des Gebietes von I und II; eine tiefe Furche, die sog. Medianlinie, liegt in diesem Theile von Japan innerhalb III.

Diese Furche erreicht Cap Shiriasaki am nördlichen Ende von Honshiu, und die tiefe Furche, welche auf Hokkaido den östlichen von dem kleineren westlichen Theile der Insel abtrennt, wird übereinstimmend als die Fortsetzung der ‚Medianlinie' von Honshiu aufgefasst. Die Bruchstücke alten Gebirges in Oshima mit den dortigen Vulcanen, die vulcanische Masse Shiribets, jene von Mashike (soferne sie nicht zu den Kurilen gehört) und selbst der Vulcan Rishiri entsprächen hienach der Zone II und vielleicht in Oshima auch I. Die äussere, gefaltete, zum Theile mesozoische Zone III von Nord-Honshiu, welcher Abukuma und Kitakami (Fig. 17, II, 221) angehören, erscheint in dieser Gestalt auf Hokkaido nicht. Da in Honshiu auf derselben auch transgredirende mittelcretacische Lappen bekannt sind, könnte man vermuthen, dass die cretacische Zone auf Hokkaido der Fortsetzung des östlichen Randes von III gleichstehe. Wir werden aber hören, dass das Verhältniss möglicherweise ein ganz anderes ist und ohne ein Urtheil zu fällen, nennen wir die letztere III *a*. Die Kette von Hidaka, welche sich in das grosse Sachalin-Gebirge fortsetzt, wird IV. Schweigen wir nun von den Thälern und fassen wir nur die Ketten in's Auge, so ist östlich von IV das Soja-Susunaj-Gebirge mit V und das östliche Küstengebirge mit VI zu bezeichnen. Noch östlicher als das letztere entspringt VII, das Tym-Gebirge, und die Ziffern VIII und IX fallen den kurzen gekrümmten Zügen des nördlichsten Sachalin zu.

Hieraus geht hervor, dass die am weitesten gegen aussen liegenden Züge, nämlich VIII und IX, zugleich die nördlichsten sind, und dass zwei Umstände die ganze Anlage beherrschen,

nämlich eine eigenthümlich staffelförmige Anordnung der Kulissen gegen Nord und die allgemeine Convergenz gegen den Busen von Ochotsk.

Bei dem annähernd meridionalen Verlaufe findet der erste Umstand Ausdruck in der Lage des nördlichen Endes der einzelnen Züge. Die alten Felsarten von II (oder I) sind bis 42° 40′ n. Br. sichtbar und die begleitenden Vulcane bis Rishiri in 45° 8′; III *a*, die Kreidezone von Hokkaido, verschwindet mit Cap Soja in 45° 30′ und die alten Felsarten der Zone IV erreichen S. von Dui in 50° 52′ das Meer. Nun folgen die kurzen Züge in Süd-Sachalin V bis 47° 35′ und VI bis 46° 48′, hierauf das Tym-Gebirge VII bis etwa 51° 45′ und VIII und IX bis 54° 18′ und 54° 22′.

Hiebei ist nicht Rücksicht genommen auf das vereinzelte Auftreten alter Felsarten bei Uandi, N. von Dui, und die cretacischen Gesteine zwischen Uandi und Dui würden nicht in dieselbe Zone fallen wie jene auf Hokkaido.

Ob die vereinzelten Vorkommnisse alter Felsarten im Osten der Hidaka-Zone auf Hokkaido als die südliche Fortsetzung der kurzen Züge V und VI anzusehen sind, lässt sich aus den mir bekannten Beobachtungen nicht beurtheilen. Jedenfalls ist aber deutlich erkennbar, dass die Linie der Kurilen in die von Honshiu nach Sachalin ziehenden Zonen eingreift.

Man kennt sogar Anzeichen, welche darauf hindeuten, dass dieses Eingreifen der Kurilen in noch viel höherem Maasse stattfinde, als die bisherigen Veröffentlichungen annehmen liessen. Nicht nur schliesst sich an die Kreidevorkommnisse von Nemuro an der Südküste von Hokkaido ein gegen WSW. streichendes Braunkohlen-Revier, sondern Hr. Ogawa theilt mir auch mit, dass in palaeozoischen Schollen von SW.-Hokkaido dasselbe kurilische Streichen bis Oshima, ja sogar in der Nähe von Cap Shiriasaki und in den nördlichsten Theilen von Honshiu getroffen worden ist. Zugleich hat man in den nördlichsten Theilen von Kitakami Anzeichen einer Rückbeugung gegen WNW. wahrgenommen. Auf diese Art möchte es scheinen, als ob in der That Durchkreuzung bei wechselnder Bewegung und ältere Schaarung mit den Kurilen im nördlichsten Honshiu vorhanden sei.

Möglicherweise ist es auch im Süden, in Kiu-siu, nicht anders. Ich verdanke gleichfalls Hrn. Ogawa die Angabe, dass Hr. Sugawa an der S.-Küste von Kiu-siu die Spuren des Streichens der Liu-kiu-Inseln gefunden hat, und dass diese in älteren Sedimenten sogar bis an die Nordküste von Kiu-siu kennbar sind.

Ferner sind die sericitischen und halbkrystallinischen Schiefer, mit welchen die Hidaka-Zone auf Cap Erimo in das Meer taucht, unerwarteter Weise auf einigen kleinen Inseln östlich ausserhalb der Küste von Kitakami entdeckt worden. Auf der Halbinsel Tshori in Quanto, nahe dem Nordrande der Einkerbung von Honshiu, streicht ein palaeozoischer Kalkstein rein gegen Ost in das Meer hinaus. Dieses sind die allerdings entfernten Spuren, welche andeuten, dass auch die Zone von Hidaka bis in die Einkerbung sich fortsetzt.

Uebersicht. Das in diesem Abschnitte besprochene Gebiet umfasst vom Eintritte der Unteren Schilka in die Felsarten des Grossen Chingan bis zum östlichen Ufer von Sachalin 25 Längengrade und vom Thale der Ochota bis zur Einkerbung von Honshiu am Fusi-yama 26 bis 27 Breitegrade.

Die Horste des alten Scheitels sind nach einander an der Wasserscheide des Eismeeres unter der Taiga verschwunden. Im nördlichen Theile des Grossen Chingan und im Tukuringra tritt eine abweichende Richtung hervor und man möchte meinen, dass eine neue Anordnung des Baues folgen werde. Es ist nicht so. Ueber die fruchtbaren Ebenen des Amur, über die finsteren Urwälder des Turkana-Gebirges und des Kleinen Chingan bis zu den Einöden Sachalin's und den grossen Meerestiefen der japanischen Küste stellt sich eine gemeinsame Anordnung der Leitlinien ein, welche, indem die Richtung sich mehr und mehr gegen Nord wendet, in der Convergenz aller Ketten gegen den Norden des Ochot'schen Meeres Ausdruck findet. Diese Ketten sind: das Aldan-Gebirge, das Turkana-, das Bureja-Gebirge mit dem Kleinen Chingan, die Mandschurischen Ketten mit Sichota-Alin, ferner jene von N.-Honshiu mit Hokkaido und Sachalin. Dabei reiht sich dennoch das Ganze dem Scheitel als ein im Grossen gleichsinnig angeordnetes Gebiet an.

Das Bild erweitert sich noch wesentlich durch eine Thatsache, für deren Mittheilung ich gleichfalls Hrn. Ogawa verpflichtet bin. Man hat von der Vater-Gruppe der Bonin-Inseln Kalkstein mit Nummuliten gebracht. Die Bonin-Inseln bestehen aus zwei getrennten, von S. gegen N. gestreckten Zonen. Die östliche Zone, zu welcher die Vater-Gruppe gehört, wird von muthmaasslich älteren, andesitischen Felsarten gebildet. Sie verschwindet gegen N. Die westliche Zone ist eine Reihe von jungen, zum Theil noch thätigen Krater-Bergen; sie sind: S. Augustin, Krusenstern, Sulphur-Isl., S. Alexander und Rosario. In der Nähe von S. Alexander kennt man auch einen submarinen Ausbruch. Diese westliche Zone verschwindet zwar gleichfalls gegen N., aber sie taucht in der gleichfalls jungvulcanischen und vielfach thätigen Linie von Ponafidin, der Vulcan-Insel, Aoga-shima, Hatshija-shima u. s. f. wieder hervor, welche in der Nähe des Fusi-yama in die Einkerbung von Honshiu eintritt.

Hiedurch wird es nicht unwahrscheinlich, dass die östliche Zone der Bonin-Inseln als die Spur einer Cordillere aufzufassen ist, und dass diese Inseln einen ähnlichen Bau besitzen, wie der Liu-kiu-Bogen oder die Antillen, dass sie daher als ein selbständiger Inselbogen anzusehen sind. Da einige Spuren angeführt worden sind, welche eine Fortsetzung der Hidaka-Zone bis Süd-Quanto andeuten, diese Hidaka-Zone aber die Hauptzone von Sachalin (IV, Fig. 5) ist, darf man sogar vermuthen, dass so entfernte Leitlinien, wie Bonin und Sachalin, sich im mittleren Honshiu begegnen könnten.

Die deutliche und im gleichen Sinne bogenförmige Anordnung der Marianen macht es aber weiter wahrscheinlich, dass auch sie einen selbständigen Inselbogen anzeigen, dessen Cordillere jedoch nicht sichtbar ist.

Könnte man das Meer entfernen, so würden diese aus grossen Tiefen aufsteigenden Inselbogen alle als gewaltige Gebirgsketten erscheinen. Bogen reiht sich an Bogen. Man kennt gegen den Ocean hin keine Grenze der wunderbaren bogen-gebärenden Macht, welche vom eurasiatischen Scheitel ausgeht.

Allerdings scheint es aber, als ob gegen die Peri-

pherie des Aufbaues hinaus die Halbmesser gar zu gross würden. Dann theilen sich die Bogenstücke durch Rückbeugung, und öfters erfolgt Schaarung zwischen den einzelnen Stücken. Das SW.-Ende des Aldan-Gebirges ist zurückgebeugt; dasselbe sieht man im N. Ende von Sachalin, ebenso im S. Theile von Sichota-Alin, wo die Rückbeugung der Falten gegen den See Chanka eintritt. Die Einkerbung, Schaarung oder Fossa magna in Honshiu ist wahrscheinlich dieselbe Erscheinung.

Die ausserordentlich langen, streichenden Brüche des Scheitels fehlen auch der Peripherie nicht. Einer derselben bildet die felsige Ostküste des Aldan-Gebirges; wo im Süden des ochot'schen Meeres etwa Querbruch erwartet werden könnte, tritt Riasküste ein. Das zweite Beispiel ist der von einem langen Saume von Basalten begleitete Ostrand des Sichota-Alin; auch hier bildet sich im Süden statt des Querbruches Riasküste. In ähnlicher Weise begleiten Basaltzüge im Osten wie im Westen den Fuss des Kleinen Chingan in der Nähe des Amur. Diese langen Linien sind verschieden von der Reihe von Kesselbrüchen an der japanischen Westküste und um sie zu erklären, wird man ähnliche Disjunctions-Vorgänge annehmen müssen, wie im Scheitel.

Es ist grössere Neigung zu Längsbrüchen, als zu Querbrüchen oder zu Brüchen irgend einer anderen Richtung vorhanden, aber man bemerkt, dass der Längsbruch des Sichota-Alin nicht der Umbeugung der Falten im S. Theile des Gebirges folgt.

Auf diesen Umstand ist Gewicht zu legen. Disjunctiv-Linien, welche aus Zerrung hervorgehen, mögen geneigt sein, durch eine lange Strecke einem mehr oder minder geradlinigen oder flachgekrümmten Faltenzuge zu folgen, nicht aber einer schärferen Beugung. Anert hebt hervor, dass in der Mandschurei die jungen, aber abgetragenen Falten der Ebene stetig NNO. streichen, während innerhalb der alten Felsarten, d. i. innerhalb der in ihrer äusseren Gestalt gleichfalls gegen NNO. ziehenden Gebirge streckenweise bemerkt wird, dass diese alten Felsarten abweichend, und zwar OW. streichen. Man kann vermuthen, dass die älteren Umbeugungen von den mehr geraden Disjunctiv-Linien durchschnitten

werden, und dass einzelne Disjunctiv-Linien örtlich leitend werden können für die posthume Faltung.

So auffallend diese Vermuthung auch scheinen mag, darf doch nicht vergessen werden, dass z. B. im Amphitheater von Irkutsk der archaische Rand leitend wird für die Randfalten.

Die Sachlage ändert sich, sobald man westlich vom Liau aus den gefalteten Gebieten der Küstenländer und der Mandschurei in das Tafelland von NO.-China eintritt. Hier treten nicht nur Brüche, sondern auch flexurähnliche Linien auf; diese sind in den Faltengebirgen unbekannt, aber auch schwer nachweisbar. Jüngere Eruptivgesteine fehlen an den Linien von Shansi. Aber die Linien des Tafellandes haben nicht nur eine den Leitlinien des Faltenlandes entsprechende Lage, sondern sie vollziehen (J-wu-lü-shan bis Höng-shan, Tai-hang-shan) ganz ähnliche Beugungen aus SSW. gegen WSW. oder W., mit der gleichen Convexität gegen SO., welche im Faltenlande die Falten vollziehen (N. Grosser Chingan, N. Sachalin, S. Aldan-Gebirge, See Chanka) und dort sind vielleicht die Bewegungen in einzelnen Fällen durch den Uebergang von Bruch in Rias-Küste angedeutet (Hl. Wladimir bis Wladiwostok). Dass aber auch die gebeugten Falten von Brüchen durchschnitten werden mögen, geht aus den eben erwähnten verwickelten Verhältnissen in der Mandschurei hervor.

Mit der Annäherung an den pacifischen Ocean werden mesozoische Meeresablagerungen erreicht. Die Trias von Ussuri, die Schichten mit Pseudomon. ochotica, der braune Jura der ochot'schen Küste, die Aucellenschichten, welche in das Thal des Amur eintreten, und die Spuren der Wolgastufe deuten alle auf nordische Verbindungen. Dann erkennt man bis Sachalin die mittelcretacische Transgression, welcher in Europa und bis zur Strasse von Turgai südlicher Ursprung zugeschrieben wird.

Zugleich lehren die pflanzenführenden Schichten nicht nur in Sibirien, sondern auch in den Ebenen des Amur und der Mandschurei, dass hier seit ausserordentlich langer Zeit, in gewissen Gebieten seit dem Carbon, in anderen zum mindesten seit der rhätischen Stufe, ein weites Festland bestanden hat, oftmals bedeckt von erstaunlich grossen Flächen süssen Wassers.

Dieses ist der östliche Theil des Angara-Landes. Man sieht in demselben zahlreiche Dislocationslinien mit gesenktem östlichen Flügel. Nichtsdestoweniger hat sich im Laufe der Zeiten das Gebiet des trockenen Landes schrittweise gegen Osten erweitert, sonst wären diese mesozoischen Meeresablagerungen nicht sichtbar. Dieser Umstand mag zum Theile durch die späteren Faltungen erklärt werden, zum grösseren Theile aber dadurch, dass an anderen Orten, im Bereiche der Oceane noch viel bedeutendere Senkungen vorausgesetzt werden dürfen.

In diesem Theile der Erde ist ausnahmsweise die Gelegenheit gegeben, mit etwas mehr Bestimmtheit die Stetigkeit des Festlandes zu ermitteln. Durch den ganzen Zeitraum, welchen die fossilführenden Sedimente unseres Planeten umfassen, ist der phylogenetische Faden des organischen Lebens zwar niemals abgerissen, aber die Entwickelung ist nach allem Anscheine nicht eine ununterbrochen gleichmässige gewesen. Grossen Einfluss mussten die Veränderungen der äusseren Lebensverhältnisse, darunter auch die wiederholten Veränderungen in der Ausdehnung und den Umrissen der Meere ausüben. Die Bewohner des trockenen Landes und der süssen Wässer verhalten sich hiebei völlig verschieden von jenen des Meeres. Bei ihnen setzt die ununterbrochene Stetigkeit des phylogenetischen Fadens zugleich die längere Stetigkeit gewisser Asyle voraus, welche für die Meeresbewohner niemals fehlen. Die zu weitgehende Verallgemeinerung dieses an sich richtigen Satzes hat, zusammengehalten mit der grossen Tiefe der Meere, zu der Ansicht von der allgemeinen Stetigkeit sowohl der Festländer als der Oceane geführt, welche in der Natur nicht in diesem Ausmaasse Bestätigung findet. Im Angara-Lande aber ist in der That eine ausgedehnte Stelle der Erdoberfläche vorhanden, welche seit sehr langer Zeit als eine Zufluchtstätte der Landthiere und der Thiere des süssen Wassers zu dienen geeignet war, und von welcher, je nach der Gunst der Verhältnisse, wie von Linné's paradiesischer Insel, neue Besiedlungen ausgehen konnten.

Angara-Land ist nicht die einzige Region dieser Art.

Anmerkungen zu Abschnitt IV: Peripherische Bildungen im Osten des Scheitels.

---

1 Geschichte der Gegenden an dem Flusse Amur von der Zeit, da selbige unter Russischer Oberherrschaft gestanden; Sammlung Russischer Geschichten (von Müller), II. Band, 5. u. 6. Stück; S. Petersburg, bei der kays. Academie d. Wissensch. 1758, S. 293—448 (hier auch Nachrichten über die Bewegungen der Russen im Amurlande vor 1689); P. J. B. Du Halde, Descr. Géogr. Hist. Chronol. Polit. et Phys. de l'Empire de la Chine et de la Tartarie Chinoise, fol. Paris, 1735, Karten; vol. IV, p. 163—251: Second voyage fait par ordre de l'Emp. de la Chine en Tartarie par les PP. Gerbillon et Pereira en l'année 1689; auch Gerbillon ebendas. p. 57.

2 (Müller): Von dem Amurflusse, besonders von der nördlichen Seite desselben und dem zwischen dem russ. u. chines. Reiche bestimmten Gränzgebirge, wie auch von der Gegend des Udflusses u. deren übrigen zwischen dem Ud und Amur in das Weltmeer fallenden Flüssen. Auf Ihro kays. Majestät eigenhänd. Befehl v. 1. Febr. 1740 u. Befehl aus d. hoh. dirig. Senat v. 8. Febr. dess. J. verfertigte Nachricht. Abgedruckt in A. F. Büsching, Magazin f. d. neue Histor. u. Geogr., II. Theil, Hamburg, 1768, S. 483—518; insb. S. 487.

3 P. Gerbillon am ang. O. p. 198.

4 A. Th. v. Middendorff, Reise in d. äusserst. Norden u. Osten Sibirien's, IV, 1, S. Petersb. 1867, Karten; S. 114, 140 u. insb. S. 211 u. folg.

5 Baron Gerhard Maydell, Reisen u. Forschungen im Jakutskischen Gebiete Ostsibiriens, II, Schrenck u. Schmidt, Beitr. z. Kenntn. des russ. Reiches, 1896, 4. Folge, Bd. II, S. 164, 206, 274, 320 u. and. Für die Kenntniss der Orographie dieser Gegend wichtig ist ferner Fr. Schmidt, P. v. Glehn u. A. D. Brylkin, Reisen im Gebiete des Amurstromes u. d. Insel Sachalin; Baer u. Helmersen, Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, 1868, XXV, Karten.

6 P. Kropotkin, Skizze der Orographie des östl. Sibirien; Sapisk. russ. geogr. Ges. 1875, V, S. 1—140, Karten; S. 56 u. an and. Ort. Am Entschiedensten wird der Bestand des östlichen Stanowoi geläugnet in dess.: Memoiren eines Revolutionär's; 8° Stuttgart, 1900, II, S. 10—14.

7 Kropotkin, Olekma-Witim, S. 378, u. dess. Orographie, S. 63.

8 Jos. Martin, Voy. dans la Sibérie orient.; Bull. soc. géogr. Paris, 1887, p. 226 u. folg.

9 Gerasimow, Djel. Dor. 1899, XIX, p. 14, 15. ‚Die Wasserscheide . . .', sagt Gerasimow, ‚besteht nicht aus irgend einer einfachen Kette, sondern geht hervor aus einer ganzen Reihe nicht bedeutender Abschnitte, zugehörig getrennten tektonischen Höhen.'

[10] Gedroitz, Djel. Dor. 1897, VI, p. 83—127; p. 89 eine Besprechung der Wasserscheide. Alle hier angeführten Ortsbestimmungen sind der 1" = 40 Werst-Karte entnommen, welche selbst in mehreren Theilen von neuen Beobachtungen überholt ist, und sollen dem Leser nur zur beiläufigen Orientierung dienen.

[11] M. Iwanow, Geol. Beob. im Becken des oberen Amur, im Sejsko-Burejskii-Gebiete u. am W.-Abhange des kleinen Chingan; Djel. Dor. 1898, VIII, p. 51—79, Karten; insb. S. 54 u. folg.

[12] Ussolzow, Reise an die Quellen des Fl. Giluj u. an den Fl. Seja im Sommer 1856; Wjestn. russ. geogr. Ges. 1858, 4, p. 143—160.

[13] Jak. Makerow, Geol. Umriss der Lagerstätten des Goldes im Amursk. Becken; Isw. ostsib. Abth. russ. geogr. Ges. 1889, XX, Nr. 3, p. 38. — Auch Middendorff hat den Tukuringra gesehen und hat den Zusammenhang mit dem Scheidegebirge erörtert am ang. O. IV, S. 217, Note. — Jatschewski ist gleichfalls an diesen Goldlagerstätten gewesen; Mat. Geol. Russl. 1889, XIII, p. 228 u. folg., Karte, r.; auch W. A. Jantschukowski, Gorn. Journ. 1890, I, p. 358.

[14] Al. Stuckenberg, Mat. z. Kenntniss v. devon. Ablagerungen Sibiriens; Mém. Acad. Petersb. 1886, 7. sér., XXXIV, Nr. 1.

[15] D. B. Iwanow, Die Amur-Seja-Wasserscheide; Djel. Dor. 1899, XII, p. 31—64, Karte.

[16] P. Kropotkin, Beschreibung des Weges vom Alt-Zuruchaitu Karaul über die Stadt Mergen nach Aigun am Amur; Sap. Sibir. Abth. russ. geogr. Ges. Irkutsk, 1865, VIII, p. 1—57. Andronnikow, welcher von Alt-Zuruchaitu nach Zizikar reiste, brachte Porphyr, Melaphyr u. Basalt.

[17] M. Manakin, Beschreib. des Weges vom Alt-Zuruchaitu Karaul über Mergen u. Aigun nach Blagowjeschtschensk am Amur; Sap. Tschitinsk. Unter-Abth. russ. geogr. Ges.; Tschita, 1898, III, p. 1—79.

[18] Durchmesser 400 M., Tiefe 36 M., relative Höhe 163·5 M.; Durchbruch an der Westseite. Die Wände fallen unter 45° zu dem Sumpf ab, welcher den Krater ausfüllt. Sie bestehen aus grauer und rother Lava und Schlacken; Manakin, p. 45.

[19] J. W. Muschketow, Phys. Geologie, 1, S. Petersb. 1891, S. 248, r.

[20] Muschketow, Geol. Notizen üb. d. Ost-Mongolei; Gornoi Journ. 1881, II, p. 80—98, Karte.

[21] L. J. Borodowski, Material. z. Beschreibung d. Chingan'schen Expedition des Obristen Putiata; Sapisk. d. wiss. Gesellsch. des Amur'schen Kreises; Wladiwostok, 1894, III, 155 pp., Karte; Muschketow, Verh. russ. mineral. Gesellsch. 1893, 2. ser., XXX, p. 448.

[22] Prjewalski, Reisen in d. Mongolei u. s. w.; S. 88 u. folg.

[23] Richthofen, China, II, S. 520 u. Taf. VI; dess. Ueber Gestalt und Gliederung einer Grundlinie in der Morphologie Ost-Asien's; Sitzungsber. Akad. Berlin, 1900, XL, S. 888—925; insb. S. 900 u. folg.

[24] M. Iwanow, Geol. Beob. im Becken des oberen Amur, im Sejsko-Burejsk.-Gebiete u. am W.-Abhange des kl. Chingan; Djel. Dor. 1898, VIII, p. 63.

[25] F. Schmidt, am ang. O. S. 21, 23 u. folg. und S. 173; Osw. Heer, Beitr. z. Juraflora O.-Sibiriens u. des Amur-Landes; Mém. Acad. Petersb. 1884, 7. sér., XXII, Nr. 12; M. Iwanow, Djel. Dor. 1898, VIII, p. 64 u. 1899, XII, an viel. Orten.

[26] M. Iwanow, Die Wasserscheide zwisch. Amur u. Seja; Djel. Dor. 1899, XII, p. 41, 48, insb. p. 56 u. 61.

[27] N. G. Meglitzki, Beschr. d. Jakutsk. Expedition von 1851; nach seinen Berichten, Tagebüchern u. Sammlungen von M. P. Melnikow; Gorn. Journ. 1893, III, p. 324, 326. Ditmar hat gleichfalls das Gebirge zwischen Nelkan und Ajan überschritten; leider ist nur Weniges über diese Reise in die Oeffentlichkeit gelangt; dess. Reisen u. Aufenthalt in Kamtschatka; Schrenck u. Maximowicz, Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, 1890, 3. Folge, VII, S. 71—77.

[28] K. Bogdanowitsch, Einige Mittheil. über d. Gang der Arbeiten der Ochotsk-Kamtschatsk. Berg-Expedition; Isw. des Vereins der Berg-Ingenieure, S. Petersb., mitgetheilt von L. A. Jatschewski; 9. Dec. 1896; auch Isw. russ. geogr. Ges. 1897, XXXIII, p. 43 u. folg. (Brief aus Ajan v. 15. Octob. 1896); dess. Resultats des Explor. et des Recherches de l'or accompl. par l'Expéd. Okhotsk-Kamtchatka sur la côte N. W. de la mer d'Okhotsk; hggeb. v. Berg-Departement; 8° 20 pp., Karte; K. Bogdanowitsch u. K. Diener, Ein Beitrag z. Geologie der W.-Küste des Ochotsk. Meeres; Sitzungsb. Akad. Wien. 1900, CIX, S. 349—369. Ich habe Hrn. Bogdanowitsch herzlichst dafür zu danken, dass er mir die auf diesen entbehrungsvollen Reisen gesammelten Versteinerungen anvertraut hat.

[29] A. Erman, Reise um die Erde durch N.-Asien und die beiden Oceane in den J. 1829—30; 8° Berlin, 1833—48. Atlas; Abth. II, S. 206—429, u. III, S. 1—96. Von den III. S. 89, erwähnten quer gegen ONO. streichenden Tafeln an der Marekanka, welche der Werchojan'schen Richtung entsprechen würden, ist zweifelhaft, ob sie Schichtflächen oder grosse Gänge seien; vgl. das landschaftliche Bild im Atlas.

[30] Bogdanowitsch u. Diener, Ein Beitrag u. s. w., S. 353.

[31] Meglitzki, Gorn. Journ. 1893, III, S. 309, 319 u. folg.

[32] Die beiden Caps Mali u. Bolschoi Dugandja sind gegen N. gerichtet und ihre Fortsetzung ist die Insel Feklistow, die westlichste der Schantargruppe. Auf der Halbinsel, deren Beendigung sie bilden, sieht man an der Westseite das Flüsschen Byrrandja und an der Ostseite das Cap Nikta und die Bucht Mamga. Meglitzki nennt Jura mit Belemnites, Pecten u. Pholadomya vom Fundorte Byrrandja, daher von der Westseite. Middendorff, welcher einige Zeit später die Halbinsel besuchte, fand die Trias mit Pseudomonotis ochotica bei Cap Nikta und S. von der Bucht Mamga, daher auf der Ostseite. Bogdanowitsch traf die von Diener als jurassisch erkannten Fossilien von der Mündung der Byrraudja bis Cap Dugandja.

[33] F. Schmidt, am ang. O. S. 144 bis 168.

[34] M. Iwanow, Djel. Dor. 1898, VIII, p. 72.

[35] D. W. Iwanow, Geol. Untersuch. im Amur-Lande, in den Flussgebieten der Tunguska, Unma, Kur u. Grossen Bira; Djel. Dor. 1897, IV, p. 45—58, u. 1898, VIII, p. 21—50, Karten. Die Versteinerungen sind nach Lutugin Productella sp. und Spirifer medialis; ebendas. VIII, p. 29.

[36] L. Batzewitsch, Der pri-amur'sche Theil des kleinen Chingan u. seine östlichen Ausläufer; Djel. Dor. 1898, VIII, p. 1—19; auch vorläuf. Bericht ebendas. 1897, IV, p. 8—11.

[37] M. Iwanow, Djel. Dor. 1898, VIII, p. 73.

[38] Die chinesischen Karten geben den Namen ‚kleiner Chingan' einem anderen Gebirge, welches S. vom Amur liegt, und die östlichen Quellen des Nonni bis Mergen umfasst. Die russische 40 Werst-Karte verlegt auch den Malyi Chingan südlich vom Amur, beiläufig den Angaben der Chinesen folgend; der südliche Rand der Erosionsfurche des Amur würde nach dieser Bezeichnung noch dem kleinen Chingan zufallen. Als die Russen, dem Amur folgend, diese Stelle erreichten, erfuhren sie, dass die Höhen im Süden der Schlucht Kaminfyn bei den Chinesen der kleine Chingan heissen, und dehnten diesen Namen selbstverständlich auf das ganze Gebirge aus, welches den Amur einengt. Unterdessen hat Middendorff, von Norden kommend, dem langen Zuge zwischen Bureja und Amgun den Namen Bureja-Gebirge gegeben, u. Semenow hat die für eine Strecke des Nordens in Gebrauch stehende Bezeichnung Dausse Alin vorgeschlagen. Der Name kleiner Chingan hat sich aber unterdessen bei den russischen Ansiedlern so sehr eingebürgert, dass man bei den Aufnahmen der Eisenbahnlinie wieder zu diesem Namen zurückgekehrt ist, und während der politischen Ereignisse der letzten Zeit ist sogar dieses Gebirge kurzweg ‚der Chingan' genannt worden. Zur Bekräftigung dieser Wahl lässt sich allenfalls anführen, dass das Flüsschen Chingan am Eingange in die Schlucht, an der Nordseite des Amur, liegt. — Thatsächlich ist wohl folgendes festzuhalten: Das Gebirge setzt

jedenfalls gegen SSW. über den Amur fort und umfasst daher wirklich den äussersten östlichen Theil des südlich vom Amur liegenden und von den Chinesen und der 40 Werst-Karte als kl. Chingan bezeichneten Gebirges. Dieses Ende ist aber verschieden von dem Gebirge bei Mergen und von dem Hauptgebiete des chinesischen kl. Chingan, und das ganze Gebirge ist völlig verschieden von dem weit entfernten grossen Chingan; vgl. Batzewitsch, Djel. Dor. 1898, VIII, p. 11. Ueber das Schwankende in der Bezeichnung Chingan bei den Chinesen auch Middendorff, Reise, IV, 1, S. 214, Anmerkung.

39 E. E. Anert, Vorläuf. Bericht der Mandschur'schen Expedition d. k. russ. geogr. Gesellsch.; Geolog. Theil; Isw. russ. geogr. Ges. 1897, XXXIII, p. 164—192. Die ältere Literatur über dieses Gebiet ist angeführt in Richthofen, China, II, S. 65—68.

40 Diese Vermuthung deutet auch Anert an.

41 D. W. Iwanow, Djel. Dor. 1897, IV, Taf. III.

42 Anert, am ang. O. p. 190.

43 Eug. v. Cholnoky, Kurze Zusammenfassung der wiss. Ergebnisse meiner Reise in China u. in d. Mandschurei in den J. 1896—98; Verh. Ges. f. Erdkunde. Berlin, 1899, S. 251—261, und dess. Vorläuf. Bericht über meine Forschungsreise in China; Peterm. Mittheil. 1899. Bei der grossen Unvollständigkeit der heute vorhandenen Karten ist es schwierig, diese Angaben zu vergleichen, da aber Cholnoky weiter angibt, dass dieser letztere Gebirgszug zusammenhänge mit OW. streichenden Gesteinen, welche bei Tje-lien-shan die Strasse zwischen Girin u. Mukden erreichen, dürfte der vorausgesetzte OW. Gebirgszug beiläufig in 42° 30′ liegen. Für Kin-tshou-fu u. Mukden F. v. Richthofen, Gestalt u. Gliederung einer Grundlinie u. s. w. S. 904.

44 Younghusband, Proc. geogr. Soc. 1892, XIV, p. 158.

45 Anert erwähnt, dass man an den Wänden vier Ströme von Lava übereinander erkennt. Die Stauung scheint sich daher in wiederholten Phasen vollzogen zu haben; am ang. O. p. 171. Der Botaniker Komarow, welcher mit Anert das Land bereiste, schildert den Gegensatz der Farben zwischen dem weissen Schaum und dem schwarzen Felsen; er erwähnt einen Krater im Westen und gibt die Möglichkeit zu, dass der Ausbruch erst in später geschichtlicher Zeit erfolgt sei, mit dem Hinweise, dass die mandschurischen Chroniken ein ähnliches Ereignis erwähnen, welches irgendwo in der Nähe von Ninguta eingetreten sein soll; Isw. 1898, XXXIV, p. 139—143 u. p. 181.

46 C. W. Campbell, A Journey through N. Korea to the Ch'ang-pai-shan; Proc. geogr. Soc. 1892, p. 153 u. folg.

47 D. W. Iwanow, Djel. Dor. 1898, XVI, p. 90.

48 Batzewitsch, Djel. Dor. 1897, IV, p. 7; D. W. Iwanow, ebendas. 1898, XVI, p. 44, 45, 93.

49 Batzewitsch, Gorn. Journ. 1890, III, p. 134—143.

50 D. W. Iwanow, Das Gebirge Sichota-Alin; Djel. Dor. 1898, XVI, p. 1—118, Karten.

51 So verzeichnet Iwanow's Karte von diesem südlichsten Punkte gegen N. durch 130 Werst jungvulcanische Gesteine und eine fast eben so lange Strecke N. von Cap Stalistnaja; von der mehr als 2 Breitengrade umfassenden Strecke zwischen der Kaiser-Bucht (Imperatorskaja gaban) u. De Castries ist der Süden und der Norden jungvulcanisch, die Mitte unbekannt. Basalte und Melaphyre sind die wichtigsten Felsarten; es scheint aber, dass gewisse Porphyrite und sogar Diabase, von Contacthöfen umgeben, als eine ältere Phase dieser grossen Linie anzusehen sind, z. B. D. L. Iwanow, Lagerstätten von Magneteisen im Gebiete der Buchten der Hl. Olga u. des Hl. Wladimir. Hier wird Kalkstein beschrieben, durch Porphyrit umgewandelt in weissen Marmor; Gorn. Journ. 1898, Nr. 1, p. 44—58, Karte.

52 M. Iwanow, Bericht üb. die geol. Beobachtungen im Ussuri'schen Lande; Djel. Dor. 1897, IV, S. 15—44, Karten; auch Batzewitsch, ebendas. p. 2—8.

53 Genauer an der Mündung des Kuburche, etwas S. von der Station Ussuri, S. von der Mündung der aus dem See Chanka kommenden Sungara.

54 A. Karpinski, Geol. Untersuchungen des Hrn. Margaritow an d. Ufern des Golfes von Ussuri, nahe bei Wladiwostok, und Th. Tschernyschew, Ueb. eine Sammlung aus d. Carbon d. Umgegend v. Wladiwostok; Bull. com. géol. 1889, VII, p. 349, 353 u. folg.; D. L. Iwanow, Gorn. Journ. 1891, Nr. 8, p. 251; E. v. Mojsisovics, Sitzungsber. Akad. Wien, 1892, CI, S. 376; C. Diener, ebendas. 1895, CIV, S. 268—274, u. dess. Triadische Cephalodenfaunen d. ostsibir. Küstenprovinz; Mém. com. géol. 1895, XIV, Nr. 3, u. D. L. Iwanow, Die Triasablag. im S. Ussuri'schen Gebiete, ebendas., S. 3—8, Karte; A. Bittner, Versteinerungen aus d. Trias-Ablag. des S. Ussuri-Gebietes; Mém. com. géol. 1899, VII, Nr. 4. — Mojsisovics unterschied zwei Cephalopodenfaunen, deren jüngere er dem Muschelkalke gleichstellte; die ältere und reichere Fauna (Proptychites-Sandstein) wird von Diener beiläufig den Otoceras Beds von Indien parallelisirt; damit stimmen Bittner's Ergebnisse überein, welcher die Uebereinstimmung fast aller Bivalven mit solchen der Werfener Schiefer nachweist. Verschieden hievon ist der Fundort Rasdolnaja, nahe N. von Wladiwostok, welcher den Schichten mit Pseudomon. ochotica angehört.

55 Insbesondere: Toyokitsi Harada: Die japan. Inseln, eine topogr. geol. Uebersicht, I, Berlin, 1890, 8° 126 pp. u. Karten; E. Naumann, Neue Beiträge z. Geol. v. Japan; Peterm. Ergänzungsheft Nr. 108, 1893, u. die grosse geol. Spezialkarte von Japan, herausgeg. v. d. kais. japan. geolog. Reichsanstalt.

56 Matairo Yokoyama, On some fossil Plants from the Coal-bearing Series of Nagato; Journ. Coll. of Science, Imp. University, Tokyo, 1891, IV, p. 239—247.

57 Ders., Jurassic Plants from Kaga, Hida and Echèzen; ebendas. 1880, III, p. 1—65.

58 A. G. Nathorst, Beitr. z. Mesozoisch. Flora Japan's; Denkschr. Akad. Wien, 1890, LVII, S. 43—60, Taf.; M. Yokoyama, Mesozoic Plants from Közuke, Kii, Awa and Tosa; Journ. Coll. Science, Tokyo, 1894, VII, p. 201—231.

59 K. Jimbo, General Geol. Sketch of Hokkaido, 8°, Satporo, 1892, 79 pp. u. Karten; auch dess.: Unsere geol. Kenntnisse v. d. Insel Hokkaidô in Japan; Verh. russ. min. Gesellsch. S. Petersb. 1894, 2. ser., XXXI, S. 305—311.

60 M. Yokoyama, Versteinerungen aus d. japan. Kreide; Palaeontogr. 1890, XXXVI, S. 159—202; Kossmat, Jahrb. geol. Reichsanst. 1894, XLIV, S. 470, u. dess. Untersuchungen üb. die Südind. Kreideform; Beitr. Palaeont. Oest.-Ung. 1895, IX, S. 119, 133; auch R. Michael, Ueb. Kreidefossilien v. d. Insel Sachalin; Jahrb. preuss. geol. Landesanst. für 1898, S. 153—164.

61 P. v. Glehn, Reisebericht v. d. Insel Sachalin; Baer u. Helmersen, Beitr. z. Kenntn. russ. Reich. 1868, XXV, S. 191—300; Karte von Schebunin. — Eine Uebersichtskarte in F. Immanuel, Die Insel Sachalin; Peterm. Mittheil. 1894, XL, S. 49—60, Taf. V.

62 J. S. Poljakow, Reise nach d. Insel Sachalin; aus d. Russ. übers. v. A. Arzruni, 8° Berlin, 1884.

63 Lopatin, Bericht an d. General-Gouvernement von O. Sibir.; Gorn. Journ. 1870, Nr. 10, p. 47 u. folg. (für den Süden insb. p. 67).

64 Schmidt in Glehn, am ang. O. S. 253.

65 Poljakow am ang. O. S. 23, 67.

66 Lopatin am ang. O. p. 70.

67 Glehn am ang. O. S. 242 u. folg. Cretacische Meeresablagerungen ruhen auf blattführenden Schichten mit Alnus, Fagus u. s. f. Im Angesichte der überraschenden Erfahrungen, welche das Studium der cretacischen Flora bereits gebracht hat, nehme ich vorläufig Anstand, mit grösserer Bestimmtheit von einer Ueberfaltung zu sprechen.

68 L. Batzewitsch, Beschreibung d. Naftaquellen von Sachalin; Gorn. Journ. 1890, III, p. 129—150, Taf. VII.

69 Glehn, am ang. O., S. 219, 229, 251.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Altai und die Altaiden.

Tomsk. — Kusnetzkii-Alatau und Salaïr. — Innere Bogen des Altai. — Kirgisen-Gebirge. Tian-shan. — Bei-shan. — San-sjan-tsy. — Lun-shan. — W.-Nan-shan. — Schaarung von Nan-shan und dem Jarkend-Bogen. — Die Altaiden.

Die wellige Ebene, welche sich im Osten und hauptsächlich im Süden der Stadt Tomsk ausdehnt, ist für das Verständniss des Altai von Bedeutung. Mehrere Umstände haben veranlasst, dass diese durch ihr Relief in keiner Weise ausgezeichnete, auf weite Strecken von ununterbrochenem sumpfigem Urwald bedeckte Gegend ein der am genauesten bekannten Theile Sibiriens geworden ist. Zuerst kamen die verdienstlichen örtlichen Untersuchungen des Prof. Saitzew in Tomsk, hierauf die Arbeiten für die sibirische Eisenbahn, welche diese Gegend durchkreuzt und der Beginn der für die Kron-Domänen unternommenen besonderen Aufnahme des Altai, und gleichzeitig mit all' diesen Unternehmungen die Auffindung bauwürdiger Kohlenflötze, welche Schürfungen zur Folge hatte.

Die Summe der jetzt vorliegenden Erfahrungen lehrt, dass unter der Ebene östlich und südlich von Tomsk die Enden dreier Gebirgszüge convergirend zusammentreten. Der erste dieser Züge kommt aus SW. und nimmt den Nordwesten und Norden dieses Gebietes ein; er wird vorläufig als der Kolywan'sche Zug bezeichnet werden. Der mittlere Zug kommt aus

SSO. und trägt weiter im Süden den Namen Salaïr. Der dritte, östliche Zug, dem mittleren fast parallel, ist der Kusnetzkii Alatau. Dieser letztere bildet die Grenze gegen Minussinsk.[1]

Nach der Reise über die Steppe Baraba, über Omsk und Kainsk erreicht man am rechten Ufer des Ob oberhalb und unterhalb Kolywan ältere Felsarten. An der Mündung der Inja, in der Nähe der Eisenbahn, sind es steil gestellte Schichten von Schiefer und Sandstein, Str. NO., mit Gängen von Granit. Dieser bildet auch eine Insel im Ob. Derjawin hat ähnliche Gesteine noch bei Guseletowa oberhalb der Mündung der Berda gefunden und Saitzew hat weit unten bei Kruglikow den Granit angetroffen, so dass diese Felsarten, durchwegs mit Str. NO. bis NNO., am Ob auf die Entfernung von mehr als 150 Werst bekannt sind. Der Granit ist nach Derjawin jünger als Schiefer und Sandstein, und von einem Contacthof umgeben.[2]

Der Granit verschwindet; devonische Felsarten setzen in der Richtung ihres Streichens unter der Ebene über Tomsk hinaus fort; sie sind auch O. von dieser Stadt sichtbar.

Dieses ist der Kolywan'sche Zug. Obwohl er so gut wie nirgends als ein Höhenzug hervortritt, ist er dennoch ein Theil eines wichtigen tektonischen Elementes. Diess zeigt seine Breite, die Beständigkeit des Streichens und die volle Selbständigkeit desselben, endlich die steile Stellung der Falten. Nach NNO. verschwindet derselbe jenseits Tomsk, wie gesagt, unter der nördlichen Ebene; gegen SSW. wird er zum Theile schräge vom Ob geschnitten und verschwindet an demselben; weiterhin verschwindet er in ähnlicher Weise unter dem nördlichen Theile der Steppe von Barnaul. Derjawin hat allerdings die Vermuthung ausgesprochen, dass die zunächstliegenden Hügel der Steppe Baraba am W.-Ufer des Ob auch eine Unterlage von alten Felsarten besitzen dürften, und hat auch den auffallenden Parallelismus aller Flussläufe links vom Ob unterhalb Barnaul als ein Zeichen der unterirdischen Fortsetzung dieses Zuges angesehen.[3] Ueber die wahre Ursache der Richtung dieser oberflächlichen Flussläufe steht mir kein Urtheil zu, aber es mag schon hier bemerkt sein, dass in der That jenseits des Irtysch in den Bergen

der Kirgisen-Steppe die muthmaassliche Fortsetzung des Kolywan'schen Zuges vorhanden ist.

Im Süden, jenseits der Inja, tritt aus dem Kolywan'schen Zuge eine grössere Porphyrkuppe, der Berg Bugaschak, hervor und noch ein wenig östlicher liegt eine lange und völlig zerdrückte Mulde von Kohlenkalk und flötzreichem Carbon ganz nahe der Grenze gegen den Salaïr, nämlich das Kohlen-Revier des Elbasch. Inostranzew hat es beschrieben; es streicht NNO.; die Kohle steht fast senkrecht und ist anthrazitisch. Die Poststrasse von Tomsk nach Barnaul begleitet die Ostseite des Reviers. In der Grenzzone gegen den Salaïr, an der Poststrasse S. vom Fl. Berd, treten dynamisch veränderte Gesteine auf.[4]

Ueber das nördliche Ende des Salaïr, haben die Arbeiten von Derjawin und Inostranzew unerwartete Mittheilungen gebracht. Nachdem dieser mächtige Zweig des Altai gegen Nord an Höhe abgenommen, endet er plötzlich, S. von 55° n. Br., an einem langen, querstehenden und etwa 100 M. hohen Abfalle, welcher den Namen Tyrgan trägt. Das Gebirge besteht zum grössten Theile aus muthmaasslich unterdevonischen Schichten; sie sind von vielen Zügen von Diabas begleitet; am Tyrgan wird Granit sichtbar.[5]

Die westliche Gruppe des Salaïr gegen den Kolywan'schen Zug bildet, wie gesagt, das NNO. streichende Kohlenrevier des Elbasch. Gegen Ost und Nordost legen sich an das muthmaassliche Unterdevon des Salaïr höheres Devon, dann Kohlenkalk und hierauf folgen die tieferen Theile des grossen Kohlen-Reviers von Kusnetzk. Diese ganze Gesteinsfolge geht allmählich aus NNW. in die Richtung NW. und WNW. über und umgibt den Nordrand des Salaïr. Nachdem auch unter der Ebene im Norden des Salaïr wirklich bei Novo-Isylinskaja Carbon bekannt geworden ist, zeigt sich, dass der Salaïr gegen Nord durch einen Zweig des Gebietes von Kusnetzk umgrenzt wird, welcher in der Richtung zum N.-Ende des Reviers von Elbasch liegt und dass die beiden Kohlen-Reviere sich im Norden des Salaïr vereinigen.[6]

Die weitere Folge ist, dass im Norden der Kolywan'sche Zug in unmittelbare Nähe des Kusnetzkii-Alatau gelangt.

In früherer Zeit herrschte die Meinung, dass das eben er-

wähnte grosse Kohlen-Revier von Kusnetzk, welches zwischen dem Salaïr und dem Kusnetzkii-Alatau liegt, sein N.-Ende bei Balachonka am Tom (55° 32′ n. Br.) erreiche. Aber so wie es eine NW.-Fortsetzung am nördlichen Ende des Salaïr besitzt, ebenso haben die Schürfungen im Quellgebiete des Masatowskii Kitat, den Bestand einer langen und schmalen Fortsetzung desselben erwiesen, welche sich zwischen Tom und Inja in der Richtung gegen Nord noch über die Linie der Eisenbahn erstreckt. Diese schmale Mulde, welche an ihrem SO.-Rande von Kohlenkalk begleitet ist, deutet unter der Ebene die wahre Grenze zwischen dem Kolywan'schen Zuge und dem Kusnetzkii-Alatau an.[7]

Der nördlichste Theil des Kusnetzkii-Alatau ist nur in wenig Spuren im Norden der Eisenbahn sichtbar. Er verschwindet fast ganz, bevor er diese Linie erreicht, und man sieht hier nur seine westliche Hälfte, nämlich nur die von dem Unter-Devon westwärts gegen die Flötze von Kusnetzk sich neigende Schichtfolge. Auf diese Art fällt das O. von Tomsk noch sichtbare Devon ziemlich ganz dem Zuge von Kolywan zu.

Wir sind nun in 86° ö. L. jenseits 56° 30′ n. Br. angelangt. Weiter im Norden kennt man bisher nur Ebene, Sumpf und Urwald. Was wir aber bis hieher unterscheiden konnten, ist: 1. Der Kolywan'sche Zug; 2. das Kohlenbecken von Elbasch, welches als eine zerdrückte Synclinale an der Ostseite des Kolywan'schen Zuges anzusehen ist; 3. der Salaïr, welcher vorzeitig endet und an seinem Nordende eine Verbindung der Synclinale von Elbasch zulässt mit 4. dem Kohlenbecken von Kusnetzk, welches die zweite Synclinale bildet und endlich 5. an der Ostseite dieser Synclinale, der Kusnetzkii-Alatau.

Kusnetzkii-Alatau und Salaïr. Kusnetzkii-Alatau besteht ähnlich dem Salaïr in seiner Mitte aus veränderten Felsarten, welche zum Unter-Devon gerechnet werden, ferner beiderseits aus Zonen von höherem Devon und von Kohlenkalk. An mehreren Stellen tritt Granit hervor; im Unter-Devon sieht man mächtige und lange Züge von Diabas. Tschihatschew betrachtete mit Recht diesen Gebirgszug als die nordöstliche Grenze des Altai. Im Norden streichen seine Gesteine gegen NNW. Noch bei Blago-

Nadejni ist ihre Richtung 325—330° NNW. und nach demselben Beobachter beugt sich das Gebirge und das Streichen etwas O. von den Quellen des grossen Juss (Ussa, r. Zufl. des Tom) gegen SSW., um sich mit den Bergen von Teletzk zu vereinigen.[8]

Hienach ist die Anlage des Kusnetzkii-Alatau nicht geradlinig, sondern das Gebirge bildet einen leicht gegen Ost convexen Bogen. Auf diese Weise erklärt es sich auch, das Tschihatschew alle gegen SSW. oder mehr oder minder im Meridian verlaufenden Hochgebirgsketten zwischen 89° und 90° ö. L., wie die Abakan'schen Berge, dann die Grenzgebirge, welche bis über den 50. Breitegrad hinabreichen, mit dem Kusnetzkii-Alatau in Verbindung bringt.

Hier im Südosten vollzieht sich aber ohne Zweifel noch eine weitere Beugung des Streichens, während die Gestalt der Gebirgszüge durch die zahlreichen Intrusiv-Stöcke von Granit, Syenit und Diorit beinflusst ist. Die Bereisung der Grenz-Pikets durch Malewski, von der oberen Buchtarma, d. i. von 87° ö. L. bis etwa in die Breite des Teletzk'schen See's zeigt, dass in diesem erst scheinbar beiläufig nach Ost, dann nach Nord verlaufenden Hochgebirge, unbeirrt durch die Gestalt desselben und durch die Lage der schneebedeckten Goltzi, die Schiefergesteine vorherrschend gegen NO streichen.[9]

Ebenso hat z. B. Adrianow jenseits der Quellen des Tschulyschman, wo auf mongolischem Gebiete (50° 18′ n. Br.) aus der Mitte des See's Kendykty (8200′) sich der Kendyk-Pup oder Nabel-Berg erhebt und der Bukom-Bere gegen SO. zum Atschik-nor fliesst, Glimmerschiefer angetroffen, senkrecht stehend, Str. 260°.[10]

Der Kusnetzkii-Alatau dürfte das Gorbu-Gebirge an der Ostseite des Teletzk'schen See's erreichen; Sailjugem und die genannten Grenzgebirge würden dann etwas weiter ausserhalb liegende Bogenstücke darstellen. Immerhin bleibt die Thatsache der weiteren Beugung der Gesammtheit dieser Züge im Quellgebiete des Tschulyschman, der Baschka-ussa und der Tschuja bedeutsam für den Bau des Altai.

Die Entfernung von den nördlichsten Ausläufern des Kusnetzkii-Alatau in der Ebene SO. von Tomsk bis zu jener Stelle

des Hochgebirges im SO. des Teletzk'schen See's, wo der mittlere Tschulyschman nach aller Wahrscheinlichkeit die Fortsetzung dieses Gebirgszuges durchschneidet, beträgt fünf Breitegrade, und die Entfernung bis zu den südlichen Grenzpikets noch zwei Breitegrade.

Wir kehren nach Norden zurück.

An die Westseite des Kusnetzkii-Alatau schliesst sich die erwähnte Kohlenmulde von Kusnetzk. Am genauesten ist ihr nördlicher Theil durch Bogdanow, Derjawin, Wenjukow u. And. bekannt geworden.[11] Abgesehen von den nördlichen und nordwestlichen schmalen Ausläufern, beträgt die längere Axe des flötzreichen Gebietes von Balachonka bis zum S.-Ende des Revieres etwa 240 Werst und die Breite 80 bis 100 Werst. Alle Schichten liegen concordant. Ueber dem Kohlenkalke erwähnt Derjawin einige Spuren von Culm, dann folgen ringsum und zumeist in steiler Schichtstellung die Flötze. Nach neueren Untersuchungen Zeiller's reichen die Flötze bis in das chronologische Aequivalent von Unter-Gondwána.[12]

An der Westseite der Mulde tritt auf eine längere Strecke Ueberschiebung aus der Richtung des Salaïr ein, so dass die Flötze gegen West unter den Kohlenkalk geneigt sind. Dann folgt ostwärts gegen die Mitte der Mulde eine grössere Synclinale und hierauf noch weiter in Ost gegen den Kusnetzkii-Alatau eine Anticlinale. Am äussersten Ostrande sieht man wieder steile Schichtstellung. Insoferne ist also die Bezeichnung als Mulde nicht ganz genau. In der Mitte des Gebietes treten auch grössere Massen von Melaphyr zu Tage.

Der Fluss Tom durchströmt von Kusnetzk an das ganze Revier, doch liegt sein Bett näher am Ost-Rande. Bei Kusnetzk empfängt er seinen bedeutenden Zufluss Kondom, welcher aus S. und SSW. kommt. An den Ufern des Kondom sieht man, wie südwärts die Mulde sich abschliesst. Inostranzew hat an seinen rechten Zuflüssen, Tylbess und Mundibasch, bemerkenswerthe Beobachtungen gemacht. Unterhalb Aïl am Kondom tritt zuerst unter den Flötzen der Kohlenkalk hervor. Die nächstfolgenden Theile des liegenden Gebirges sind verändert durch

intrusive Massen von Porphyr und Porphyrit. Epidotreiche Gesteine, Granat und Magneteisen treten auf und bilden einen Zug in der Richtung NNO—SSW. Lakkolithen-Bildung wird ebenfalls bemerkt.[13]

Wir haben uns nun, der Grenzregion zwischen Salaïr und Kusnetzkii-Alatau folgend, dem Flusse Bija genähert, welcher aus dem Teletzk'schen See fliesst. Vor vielen Jahren bereits hat Helmersen mit Scharfsinn bemerkt, dass die Gebirge, welche die Bija zwischen dem See und ihrem Buge bei Sandipskoje durchquert, die Fortsetzung des Salaïr sind.[14]

Da es Helmersen bekannt war, dass weiter im Westen östliches Streichen herrscht, war er höchst erstaunt, zu finden, dass nur der kurze nördliche Theil des hakenförmigen Teletzk'schen See's ein Querthal ist, die Richtung des grösseren, im Meridian liegenden Theiles dagegen nur wenig von dem Streichen der Schichten abweicht. Im nördlichen Theile des See's traf er im Thonschiefer zuerst Str. SW. bei steiler, öfters senkrechter Schichtstellung, dann längs des ganzen Ostufers, nämlich an den Gehängen des Gebirges Gorbu, Str. SSW. an; am westlichen Ufer nähert sich die Richtung noch etwas mehr dem Meridian.[15]

Die Ansichten von Tschihatschew über die Richtung des Kusnetzkii-Alatau und jene von Helmersen über die südliche Fortsetzung des Salaïr stehen in vollem Einklange.

Beide Gebirgszüge streichen in ihrem nördlichen Theile gegen SSO. und sind hier durch die flötzreiche Mulde getrennt; dann beugt sich ihr Streichen etwa in der Breite von Kusnetzk allmählich gegen SSW. und dabei hebt sich die flötzreiche Mulde aus. In dem südlichen Grenzgebirge vollzieht sich die Wendung bis SW.

Beugung des Altai. Die Beugung des Salaïr und des Kusnetzkii-Alatau sowie die ständige Richtung gegen NO., welche im Grenzgebirge beobachtet wurde, sind der Beginn einer bogenförmigen Wendung, welche die ganze orographische Mitte und in derselben zugleich die höchsten Theile des Altai beherrscht.

Zuerst mag bemerkt sein, dass auch in diesem Hochgebirge sowie im ganzen Westen des Altai, bis über den Irtysch hin-

aus, im Gegensatze zu den meisten hohen Faltengebirgen kein grösserer Gneisszug bekannt ist, und dass überhaupt Gneiss nur selten und als örtliches Vorkommen angeführt wird. Man trifft hier eine erstaunliche Menge von schiefrigen Felsarten, dabei Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefer, in letzterem auch Lager von Kalk und in den höheren Horizonten an vielen Stellen devonische und untercarbonische Versteinerungen. Diese Schiefer sind, wie im Salaïr und im Alatau, von Stöcken von Granit, Syenit, Porphyr, Diorit und von Gängen dieser Felsarten durchbrochen. In den Contacthöfen liegen viele der berühmten Erzvorkommnisse. Die Basalte des alten Scheitels sieht man nicht. Die genannten Intrusiv-Stöcke scheinen oft die Goltzi zu bilden, doch ist dies durchaus nicht immer der Fall, und der gewissenhafte Gebler bemerkt ausdrücklich, dass in den Moränen des Gletschers der Bjelucha kein Granit gefunden wird, sondern nur Chloritschiefer.[16]

Die alte Karte Gebler's lässt vortrefflich die bogenförmige Anlage des Gebirges erkennen, und diese stimmt mit dem Streichen der Felsarten überein. Von Osten her, das ist von der Hochebene der Tschuja, tritt zwischen den Jassater und die Topolewka der Gebirgszug Jik-tu ein, dessen steil gestellte Schichten ONO—WSW. streichen. Dann wird er vom Argut durchschnitten und westlich von diesem liegt die Bjelucha und der Scheitel des Bogens. Die Gipfel des Jik-tu erreichen nach Sapodjnikow 4000 bis 4200 M., und jene der Bjelucha 4400 und 4540 M.[17] Auf der Strecke vom Argut bis zur Mündung des Koksu und der Katunj ist die Richtung des Gebirges erst NW., dann NNW. geworden.

Mit grosser Bestimmtheit hebt auch Helmersen den bogenförmigen Bau hervor. Die Buchtarma ist für Helmersen ein erstes bogenförmiges Längenthal. Während von Malewski noch an der obersten Buchtarma bei Ulan-Dabassu Str. NO. angetroffen worden ist, bemerkt Helmersen im mittleren Laufe bereits die Richtung NW. Nördlich von der Buchtarma erhebt sich als ein westliches Stück eines ersten Bogens das Gebirge Cholsun. Hierauf folgt eine grosse bogenförmige Furche, stück-

weise hergestellt durch die Thäler der oberen Katunj, des Koksu und Jassater, und nördlich von dieser liegt der bereits erwähnte höchste Bogen des Katun'schen Gebirges mit der Bjelucha.[18]

Es scheint, als ob die mittlere Katunj von Ujmon bis zu ihrer Verbindung mit dem Argut gleichfalls als ein solches Längenthal zu betrachten sei und als ob in dem Terektaiskii-Gebirge ein Stück eines dritten Bogens vorhanden sei. In dem grössten Theile des Thales der Tschuja herrscht jedoch, wie mir Hr. Klemenz sagt, Str. NNW. bis NNO., und bis hieher dürften die Gebirge am Teletzk'schen See, welche die Fortsetzung des Salaïr und des Alatau sind, ihre Richtung behaupten.

Jik-tu heisst bei Tschihatschew ‚Chaîne des Monts Arhhyte'. Nicht mit Unrecht hat dieser Beobachter die langen Aeste des Altai der spanischen Sierra Nevada verglichen, deren breiter und einförmiger Rücken lediglich aus Schiefer aufgebaut ist.[19]

Helmersen hat von Ujmon, nahe der Vereinigung des Koksu und der oberen Katunj, das Katun'sche Hochgebirge bestiegen und ist auf dem W.- und SW.-Abhange desselben bis in die Nähe der Quellen der Katunj und des Gletschers der Bjelucha in bedeutender Höhe gereist. Aufsteigend traf er Chloritschiefer und etwas Serpentin, weiterhin an einzelnen Stellen Granit, Syenit, auch Gabbro, im Grossen herrscht aber der Schiefer und der Abstieg zur obersten Katunj sowie die Kreuzung des südlichen Theiles des Cholsun-Gebirges zur oberen Buchtarma erfolgten ganz in Thonschiefer.[20]

Schtschurowski hat in Gebler's Gesellschaft die Höhen des N.-Cholsun durchkreuzt. Auch hier besteht das Gebirge zum grössten Theile aus Thonschiefer. Eine Granitmasse tritt aus demselben zwischen der weissen und schwarzen Uba hervor und erreicht das Quellgebiet des Turgussun. Porphyrgänge durchsetzen an mehreren Orten den Schiefer und gegen den obersten oder kleinen Koksu steht Porphyr an. Der höchste erreichte Gipfel des Cholsun besteht aus Porphyr und Mandelstein, umgeben von Thonschiefer.[21]

Entfernt man sich vom Hochgebirge gegen Nord, d. i. gegen die Steppe von Barnaul oder gegen West, d. i. gegen den

Irtysch, so sieht man, dass die vereinzelten Vorkommnisse von Granit anhalten; eines der bekanntesten bilden die Felspfeiler am Kolywan'schen See. Dabei stellen sich aber in den geschichteten Gesteinen devonische und untercarbonische Versteinerungen ein. Gegen Nord ist eine Neigung zu nördlichem Streichen vorhanden, während gegen den Irtysch hin die Richtung NW. allgemein herrscht.

Inostranzew hat im Norden, nahe dem Rande der Steppe, bei dem Dorfe Rutschen an der Loktewka, wo carbonische Schichten an der Faltung theilnehmen, in Quarzit und chloritischem Schiefer Str. NS. getroffen.[22] Zahlreich sind die Angaben des Vorkommens devonischer Petrefacten vom Westabhange gegen den Irtysch auf der Strecke von der unteren Buchtarma bis über die Ulba hinab.[23]

Unterhalb der Mündung des Narym schneidet der Irtysch die Richtung des Thonschiefers auf eine lange Strecke unter so spitzem Winkel, dass sein Thal als ein Längenthal angesehen werden darf. Hier am Irtysch lagert in beträchtlicher Ausdehnung Granit auf steil gestellten Schichten von Thonschiefer. Hermann, G. Rose, Humboldt, Helmersen, Cotta und andere Beobachter haben diese merkwürdige Erscheinung erwähnt und bald durch dynamische Ueberschiebung, bald durch Erguss zu erklären versucht. Bogdanow beschreibt ausführlich eine sechs Werst lange Strecke zwischen den Flüssen Bareschnikow und Koslowka, in welcher weisser Granit der unebenen Oberfläche des steilgestellten Thonschiefers auflagert.[24]

Derselbe Thonschiefer und chloritischer Schiefer bilden mit Str. NW. westlich vom Irtysch das Kalbin'sche Gebirge.

Im Südosten, jenseits des Narym-Gebirges, liegt am Fusse des hohen Sary-tau und seiner Ausläufer, tief in das Gebirge eingesenkt, der See Marka-Kul (1407 M.). Nach Struve und Potanin ist der Gipfel des Sary-tau (3268 M.) eine allseits zugängliche, abgerundete Granitmasse mit Gängen von Diorit. Thalfurchen bezeichnen die Grenze des Granitstockes gegen das umliegende aus grünem Schiefer bestehende Hochgebirge. Am See streicht dieser Schiefer gegen NW.[25]

Hienach ist zu vermuthen, dass der Sary-tau noch dem Altai, und zwar vielleicht dem westlichen Theile des sehr wenig bekannten südlichsten Bogens angehört.

Der russische Altai ist vom alten Scheitel völlig verschieden. Das zeigt am deutlichsten der quer auf die Hauptrichtung der Westhälfte des Scheitels streichende Verlauf des Kusnetzkii-Alatau und das Vortreten selbständiger Vorketten des letzteren in das Zwischengebiet von Minussinsk.

Der russische Altai trennt sich vom Gobi-Altai durch seine Umbeugung und ebenso durch seine Beschaffenheit. Hier herrschen die mächtigen, zum Theile palaeozoischen Schiefer; Gobi-Altai ist dagegen durch Gneiss und archaische Gesteine überhaupt gekennzeichnet und durch die langen Gräben und Horste. Leider ist die Grenze beider Gebirge fast unbekannt. Wahrscheinlich besteht an der mongolischen Grenze entweder eine tektonische Fortsetzung des Cholsun oder ein weiterer äusserer Bogen des russischen Altai. Dass die Transgression des Devon vom Tannu-ola und Charkira her wahrscheinlich in das Flussgebiet des oberen Kobdo greift, ist bereits gesagt.

Pflanzenführende Schichten der Angara-Serie sind an der oberen Tschuja vorhanden.[26] An der Buchtarma erscheint auch tertiäre Braunkohle.[27]

Die Kirgisen-Steppe. Das Kalbin'sche Gebirge, welches das linke Ufer des Irtysch bis gegen Ust-Kamennogorsk begleitet, gehört noch dem Altai an, und noch viel weiter gegen NW. treten die Felsarten des Altai in vereinzelten Höhen zu Tage. In der Stadt Semipalatinsk entblösst der Irtysch devonische Ablagerungen und Wysotzki hat zu beiden Seiten des breiten Flussthales bis über 51° 30′ hinab die unter älteren marinen Tertiärschichten oder unter einer noch jüngeren Decke sichtbar werdenden vereinzelten Vorkommnisse von Granit, Porphyr und Diabas, von Devon und Kohlenkalk verzeichnet. Das Gebirge ist nicht abgebrochen, sondern seine abgetragenen Falten tauchen allmählich unter die Ebene.[28]

Weiter gegen Südwest, in der Linie des See's Saissan und jenseits desselben sieht man einen längeren, gegen Nordwest

streichenden Zug, dargestellt durch die Höhen Kandygatai (N. von der Strasse Kokpekty-Sergiopol), Aldjan, Arkat und Urdatau, der noch vor 78° ö. L. den aus Granit und Porphyr bestehenden Bergstock Degelen (921 M.) und mit diesem den Anschluss an das Bergland der Kirgisen-Steppe erreicht.

Noch weiter SW. vom See Saissan erhebt sich der lange Gebirgszug Tarbagatai. Mit jener leichten Krümmung gegen Süd, welche für die Aeste des Tian-shan bezeichnend ist, strebt er gegen NW., findet jenseits Sergiopol seine Fortsetzung im

Fig. 8. Berge der Kirgisensteppe zwischen Karkaralinsk und Bajan-Aul nach Wysotzki.

γ, π Granit und Porphyr; π' Porphyr-Tuff; *d* Devon; *c*, Unter-Carbon.

Gebirge Tschingis und erreicht weiterhin über die Wasserscheide zwischen Irtysch und Balchasch gleichfalls Verbindung mit den Bergen der Kirgisen-Steppe. Der Gebirgsstock Kuu, wie Degelen aus Granit und Porphyr bestehend, scheint die wahre Beendigung des Zuges Tarbagatai-Tschingis zu sein. Kuu und Degelen sind durch den gleichfalls gegen NW. streichenden devonischen Rücken Murdjik vereinigt.

Lange Rücken von unterdevonischem Quarzit, zwischen welchen breite Synclinalen von höherem Devon und Kohlenkalk

liegen, stumpfe Granitkuppen und felsige Höhen von Porphyr durchziehen das Land und einzelne Rücken erheben sich wohl bis zu 1000 M. über ihre Umgebung. Es wird als eine Steppe bezeichnet wegen des Charakters seiner Pflanzendecke und besonders wegen seiner Armuth an Wald.

Mit Ausnahme der eben erwähnten Verbindung mit den NW. streichenden Ausstrahlungen der mittelasiatischen Gebirge ist der Umriss dieses Berglandes nach jeder Richtung hin unbestimmt. Es erniedrigt sich, löst sich in vereinzelte Höhen auf und verschwindet unter den Ebenen. Gegen Nordost sinkt es in der Richtung auf Pawlodar unter das Flachland. Gegen Nord hat Krasnopolski gezeigt, dass zwischen Omsk und Akmolinsk in dem Flussbette der Seleta die gleichen Felsarten wohl bis in die Nähe von 53° n. Br. unter der Ebene kennbar sind.[29] Gegen Nordwest liegt Kokschetau nahe dem Rande. Dann erreicht das Gebirgsland den Ischim, aber im Südwesten, gegen Turgai und die Sande Kara-kum, im Süden gegen die Hungerwüste Bedpak-dala, sowie in der Richtung auf das Nordufer des Balchasch ist die Abgrenzung völlig unbestimmt und überhaupt nur wenig bekannt.

Das Vorkommen von Erzen und von Kohlenflötzen hat manche bergmännische Expedition in dieses Gebiet veranlasst, so namentlich jene unter Theophilatjew im J. 1814 und in neuerer Zeit die Arbeiten von Antipow. Die aus Anlass des Eisenbahnbaues unternommenen Arbeiten von Krasnopolski im Nordwesten und Norden, von Wysotzki im Osten (Karkaralinsk, Bajan-Aul) und von Meister im Westen (Akmolinsk, Atbasar) lassen die Grundzüge des Baues erkennen.[30] Meister hat sie übersichtlich zusammengefasst und eine Karte des Gebietes zwischen 66° und 76° ö. L. geliefert.[31]

Granit, Porphyr und Diabas, Devon und Carbon bilden das Land. Die Kohlenflötze, welche an mehreren Stellen getroffen werden, liegen nach Krasnopolski bald auf Kohlenkalk und bald auf Granit.[32] Da ferner Asplenium Whitbyense und Phyllotheca striata genannt werden, ist ein Theil der Flötze jünger als Carbon.

Man sieht Falten, welche gegen NW. und solche, die nach NO. streichen. Im Südosten herrscht etwa bis in die Gegend zwischen Karkaralinsk und Bajan-Aul die nordwestliche Richtung des Tarbagatai. Wysotzki's Karte dieser Gegend zeigt deutlich, wie von SO. her der devonische Zug Murdjik und seine Fortsetzung Arkalyk mit Str. NW. sich diesem Gebiete nähern, während der gleichfalls devonische Rücken Usch-Katyn mit entgegengesetztem Streichen herantritt und wie N. von der Stadt Karkaralinsk beide Faltungsrichtungen sich treffen.

Bald aber tritt gegen Westen hin die NW.-Richtung zurück und die Richtung NO. beherrscht in sehr breiten und flachen Faltungen das Land. Ein solcher devonischer Zug bildet die Wasserscheide zwischen Tschiderta und Ulenta, und ein zweiter, der hohe Eremen-tau, trennt den letzteren Fluss von der Seleta. Im ganzen Westen drückt sich der Bau deutlich in der Gestalt des Landes aus. Die Falten mit Str. NO. kreuzen südwärts den Ischim; eine derselben verursacht das scharfe Knie der Nura. Jenseits Akmolinsk wird das Land am Ischim flach und gegen Süd breitet sich eine weite, mit See'n überstreute Ebene aus. Der devonische Sandstein ist fast horizontal; in sehr seichter Mulde liegt der Kohlenkalk mit Prod. giganteus. Noch weiter gegen West hebt sich wieder mit Str. NO. eine stärkere Anticlinale hervor. Sie bildet den Rücken Djarkain-Agatsch, welcher das scharfe Knie des Ischim nahe 66° ö. L. veranlasst. Sie besteht aus Granit, zu beiden Seiten aus devonischem Sandstein, und reicht gegen NO. bis zum Hügel Bel-Agatsch in 52° n. Br.

Im selben Breitegrade tritt am Ischim ein zweiter ähnlicher Sattel, Bektschentai, hervor.

Am Knie des Ischim enden die mir zur Verfügung stehenden Erfahrungen. Der Bau des Berglandes, welches sich weiter gegen Süd im Quellgebiete des Ssari-ssu erhebt, ist mir unbekannt.

Wir kehren nach Osten zurück. Hier scheint in der That weiter im Norden Durchschneidung von NW.-Falten durch NO.-Falten nach den vorliegenden Berichten stattzufinden. In der Kohlenmulde von Ekibass-tus (51° 40′ n. Br., unweit 76° ö. L.) sieht man Str. NW. und eine aus NO. kommende leichte Ueber-

schiebung des N.-Flügels. Jedenfalls steht fest, dass zwischen den Aesten des Altai und des Tian-shan auf der einen Seite und dem Ural auf der anderen Seite ein selbständiges System NO. streichender, allerdings zum Theile äusserst schwacher Falten vorhanden ist, welches das ganze Gebiet vom Ischim bis Karkaralinsk einnimmt und den Falten des Tarbagatai fast in einem rechten Winkel begegnet.

Sie werden hier als die Kirgisischen Falten bezeichnet werden.

Es besteht eine unleugbare Aehnlichkeit derselben mit den Kolywan'schen Falten, welche gleichfalls NO. streichen, sich quer vor den Salaïr legen, dann an den Ufern des Ob unter der Ebene verschwinden. Man könnte mit grösserer Bestimmtheit einen Zusammenhang der Kolywan'schen und der Kirgisischen Falten voraussetzen, wenn es nicht scheinen würde, als ob die letzteren gegen West in die Richtung NNO. übergehen würden. Wenigstens verzeichnet Krasnopolski am Djarkain-Agatsch Str. hor. 1—2. Hier aber sind die Sättel und Falten in solchem Grade ausgeflacht, dass man richtiger von einem wellenförmig gebauten Lande spricht, in welchem auf längeren Zügen die älteren Felsarten zu Tage treten.

Der erste der grossen, dem Kalbin'schen Gebirge vorliegenden Züge ist Tarbagatai, welcher, jenseits Sergiopol in den Tshingis-tau sich fortsetzend, den ersten der gegen SW. convexen Bogen bildet. Es ist bereits gesagt worden, wie er im Süden an die Gebirgsmasse Saur tritt und wie bis an seine Ostseite, am See Saissan, die dsungarischen Disjunctiv-Linien und die Neigung zur Bildung von Gräben sich bemerkbar machen. Ebenso wurde an früherer Stelle erwähnt, wie Tshingis gegen NW. den Kirgisischen Falten begegnet.

In dem weiten Raum, zwischen Tarbagatai und dem ersten Aste des Tian-shan erscheint als schräge, gleichsam verlorene Welle Urkatschar und der dsungarische Alatau. Die Richtung dieses Gebirgsstückes ist abweichend und möglicher Weise nur der östliche Theil eines Bogenstückes, dessen NW.-Ast nicht zur Entwicklung gelangte. In bezeichnender Weise

ist es aber quer durchschnitten von Disjunctiv-Linien, welche gerade dieser NW.-Richtung und der Lage der anderen Gebirgswellen entsprechen. Sie erzeugen den merkwürdigen Graben des Ebi-nor, in welchem von den Sümpfen von Schicho her die See'n Ebi-nor, Djalanash, Ala-kul, Ujaly und Ssassyk-kul aneinander gereiht sind, in Ebi-nor die abs. Höhe bis 700 Fuss (213 M.) herabsinkt, und quer auf das Gebirge die Dsungarei geöffnet wird gegen die Niederung des Balchasch.

Nun ist der lange Ast Boro-choro der Virgation des Tian-shan erreicht. Nachdem es mir bereits gestattet gewesen ist, eine Schilderung dieser Virgation aus der Feder des besten Kenners derselben, des Hrn. Muschketow, zu veröffentlichen (I, 598), mag eine neuerliche Besprechung, vorbehaltlich späterer Bemerkungen über Zwischenketten, unterbleiben. In einem seither erschienenen Werke über diesen Gegenstand hat sich Muschketow dagegen erklärt, dass die einzelnen Bogen, wie man früher wohl dachte, in zwei selbständige Richtungen der Erhebung mit Str. WNW. und Str. NO. zerlegt werden. Diese Richtungen seien vielmehr Stücke einheitlicher Bogen, die ‚Ergebnisse eines und desselben geologischen Processes, welcher gleichzeitig sich vollzog.' Zugleich erklärte derselbe, dass ‚der ganze Tian-shan von Barkul bis zum Hindukush und bis zum Karatau eine Gesammtheit von sehr zahlreichen, ihrer Grösse nach verschiedenen, aber ihrer Richtung nach gleichförmigen, bogenförmigen Falten vorstelle, welche alle nach Süd convex und nach Nord concav sind.'[33]

Die Virgation des Tian-shan wird nicht gebildet durch die Zerspaltung eines gemeinsamen Stammes. Dieser scheinbare Stamm ist gar nicht vorhanden und die Vorstellung desselben entsteht nur durch das engere Zusammentreten der einzelnen Virgae, welche mehr oder minder in der Richtung gegen OSO. sich vollzieht. Dabei bleiben die einzelnen Züge sowohl, als die trennenden Niederungen, wie z. B. das Thal des Ili, auf weite Strecken sichtbar und das würde in noch höherem Maasse der Fall sein, wenn nicht da und dort die Ueberdeckung des NO.-Flügels des einen Bogens durch den WNW.-Flügel des nächsten

und daher eine dachziegelähnliche Structur eintreten würde. Noch passender wäre vielleicht der Vergleich mit sehr grossen und sehr flachen Tropfen, welche an dem Erdballe haften und einander überhängen.

Diese Structur wird auch an dem äussersten Südrande kennbar.

Im Gebiete des Chan-Tengri (24.000′) ist die bogenförmige Anlage des Südrandes so ausgeprägt, dass nach den Darstellungen von Ignatiew schon vom Kokshal her reines Str. NO. vorhanden ist. Thonschiefer und weisser Marmor, begleitet von Zügen von Kohlenkalk mit Prod. giganteus, und durchbrochen von Stöcken von Granit und Syenit, bilden diesen höchsten Theil des Tian-shan. Gneiss wird, auch in den Moränen, weit seltener angetroffen, als in Gebirgen von ähnlicher Höhe der Fall zu sein pflegt.[34]

Am Chan-Tengri selbst, welcher sich als das Ende des NO. streichenden Astes des Kokshal-Bogens darstellt, entsteht am Südrande des Gebirges ein einspringender Winkel, und jenseits desselben, N. vom Passe Musart, tritt das entgegengesetzte Str. WNW. hervor, indem ein neuer Bogen sich dem Rande nähert.

Dieser neue Bogen besitzt eine sehr grosse Länge; er zieht vom Karatau her, längs des südlichen Ufers des Issyk-kul zum Musart; dort, wo er den südlichen Rand des Tian-shan erreicht, trägt er den Namen Chalyk-tau.

In 83° ö. L. löst ihn ein weiterer Bogen ab, welcher an der Stelle des Hervortretens Kok-tepe heisst, welcher aber nichts anderes ist als ein Theil des langen Kuruk-tag, der, über den Tian-shan hinausreichend, den Süd-Rand des Bei-shan bildet.

Begeben wir uns an das nördliche Ufer des Issyk-kul.

Das Alexander-Gebirge setzt sich im Kungej-Alatau längs dieses Ufers fort; derselbe Ast bildet nach Muschketow den Ischkilik, endlich den Pass Narat (84° 15′) am kleinen Julduss.[35]

Nun folgt die gegen OSO. ziehende Furche des Ili und des Kungess. Dieses ist auch die Richtung des langen Zuges Borochoro und seiner Fortsetzung Iren-chabirgan. In die weitere Fortsetzung dieser Linie fällt der Tshol-tag, welcher den N.-Rand

des Bei-shan bildet. Ich kenne nicht den Bau der zwischenliegenden Wasserscheide von Bagrasch-kul und dem Fl. Algoi und kann daher nicht behaupten, dass Boro-choro und Tshol-tag thatsächlich dieselbe Kette sind, aber Tshol-tag ist jedenfalls W. vom Meridian von Urumtshi bereits innerhalb des Tian-shan kennbar. Das Querprofil von Kurlja bis zur Senkung von Ljuktshun, welches Bogdanowitsch veröffentlicht hat, und welches alle Verbindungsglieder zwischen Tian-shan und Bei-shan durchschneidet, zeigt deutlich genug, wie enge die Beziehungen sind.[36]

Bei-shan, eingesäumt von Kuruk-tau und Tshol-tag, besteht nur aus verlängerten Aesten des Tian-shan.

Oestlich von Urumtshi erhebt sich eine gegen OSO. verlaufende Kulisse zu beträchtlicher Höhe. Ihr Gipfel, Bogdo-ola (5100—5500 M.), liegt nahe bei Urumtshi und im Norden von Turfan erreicht dieselbe Kette noch 3600—4000 M. Bogdo-ola besteht nach den bisherigen Schilderungen aus metamorphischem Schiefer, Quarzit und schwarzem Phyllit. Hr. Klemenz sagt mir aber, dass er auf dem Bogdo-ola in grössere Höhen gelangt ist als seine Vorgänger, und dass er in diesen Höhen nur Melaphyr, vulcanische Tuffe und Breccien antraf.

Der östliche Theil dieser hohen Kette ist es, welcher gegen Turfan und Ljuk-tshun und gegen den Nordfuss des Tshol-tag in Staffeln herabsinkt. Dieser nördliche Fuss des Tshol-tag ist trotz des tiefen Eingreifens dieser Kulisse in den Tian-shan, durch einen tiefen longitudinalen Riss ausgezeichnet, welcher den südlichen Rand eines langen Grabens bildet.

Die Brüder Grum-Grimailo fanden im Herbste 1889, dass S. von Turfan eine Stelle vorhanden sei, welche tiefer als die Oberfläche des Meeres liegt. Wenige Wochen darauf bestätigte Pjewtzow diese sehr auffallende Thatsache. Das Maass wird jetzt mit — 102 M. angegeben. Salziger Sumpf bedeckt die Stelle.[37]

Bemerken wir zuerst, dass hier im Osten das Streichen des Tian-shan OW. geworden ist.

Mehrere genaue Beschreibungen der Senkung von Ljuktshun liegen vor. Alle stimmen darin überein, dass es sich um einen typischen Graben handelt, eingesunken an parallelen,

longitudinalen Verwerfungen und Flexuren, und dass an der Dislocation nicht nur die bunten flötzführenden Thone und Sandsteine der Angara-Serie, sondern auch die rothen Conglomerate und mürben Sandsteine der Gobi-Serie theilnehmen. Gegen Nord bildet den Rand des Grabens der Rücken Djargess und Tus-tag, an welch' letzterem allein die Absenkung etwa 360 M. beträgt; den südlichen Rand bildet der Nordfuss des Tshol-tag.

Der Querschnitt, welchen Bogdanowitsch von NW. zur Tiefe herab entworfen hat, zeigt den Djargess, aus gefaltetem älteren Schiefer bestehend, mit auflagernden Schollen der Angara-Ablagerungen, hierauf in tieferer Lage als abgesunkene Staffel dieselben Schichten in sehr gestörter Lagerung, und noch tiefer, gleichfalls sehr gestört, die Gobi-Schichten.[38]

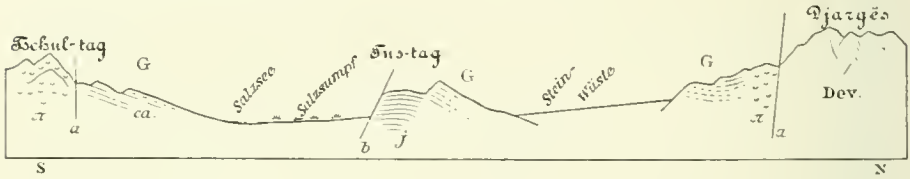


Fig. 9. Die Tiefe von Ljuk-tshun.

Dev. = Devon; *ca.* = Unter-Carbon; π = Porphyr; *j* = Angaraschichten; *G* = Gobi-Ablagerungen; *a*, *b* = Brüche.

(Nach einer von Herrn Obrutschew mitgetheilten vorläufigen Skizze.)

Die Brüder Grum-Grimailo haben den Abstieg von NO. her beschrieben und eine merkwürdige Abbildung discordanter Auflagerung von Gobi-Schichten auf steilgeneigten Angara-Ablagerungen gegeben.[39]

Den beistehenden Durchschnitt im Meridian von Turfan verdanke ich einer gütigen Mittheilung des Hrn. Obrutschew. Er zeigt Melaphyr und Porphyrit am Südfusse des Djargess, eine gebrochene Anticlinale oder Flexur im Tus-tag und abgesunkenes Unter-Carbon am Fusse des Tshol-tag. Diese Skizze deutet auch an, dass Brüche von verschiedenem Alter vorhanden sind.

Gegen Westen scheint dieser merkwürdige Graben bald in dem rasch ansteigenden Thale des Fl. Algoi verloren zu gehen. Gegen Ost ist derselbe zuerst verhüllt durch eine mächtige Anhäufung losen Sandes, den Kum-tag oder Sandberg, dessen breiter Rücken bald + 300 bis 400 M. erreicht. Am Nordrande

des Sandberges traf Obrutschew an den Südabhängen des Syrkyn-tag bis Pit-shan und am Tshiktim-tag-Sattel Flexuren und Brüche von Angara-Schichten und Gobi-Ablagerungen, welche ihrer Lage nach den Beugungen und Brüchen des Tus-tag (Fig. 9) entsprechen. Bei Tshiktim, wo der Sandberg endet, wird die Tiefe des Grabens wieder sichtbar. Vom hohen Tian-shan, welcher hier aus Schiefer und Diabas besteht, senkt sich das Land bald in breiter Fläche, bald in Staffeln gegen Süd. Längs des Fusses des Tshol-tag erscheint nun östlich vom Sandberge nach den Darstellungen von Roborowski und Koslow ein im höchsten Grade wüstes und wasserloses Gebiet, bestehend aus Gobi-Ablagerungen, welche durch den Wind in phantastische Gestalten aufgelöst sind. Dieses ist das ‚Thal der Teufel' (etwa 300 M.). Am Nordfusse des Tshol-tag wird an einer Stelle Basalt sichtbar. Nun sinkt nochmals an diesem Nordfusse das Land bis auf + 36 M., nach anderen Angaben sogar noch tiefer herab. Die Stelle liegt nahe 92° ö. L., bei der Niederlassung Sulgassar. Der benachbarte Shona-nor (101 M.) nimmt die Wässer auf, welche von der Stadt Hami (856 M.) herabkommen.[40]

Porphyr, Porphyrtuff und Melaphyr nehmen hier an dem Aufbaue der Vorberge oder Vorstaffeln des Tian-shan beträchtlichen Antheil. In den kohlenführenden Schichten von Tash-kese, zwischen Lao-dun und Hami, fand Obrutschew Phoenicopsis und Gingko.[41]

Oestlich von Hami erhebt sich am Nordrande des Wüstenstreifens, welcher als die Fortsetzung des Grabens anzusehen ist, eine Reihe von Vorbergen, überragt von einer neuen, mächtigen Kulisse des Tian-shan, dem Karlyk-tag. Roborowski und Koslow schildern den grossartigen Anblick, welchen er darbietet. Durch 50 Werst reihen sich die Schneegipfel (bis 4500 M.) aneinander und die Gletscher zwischen ihnen zeigen furchtbar steile Abstürze. Seine Fortsetzung gegen Ost ist Emir-tag, dann löst sich das Hochgebirge in vereinzelte felsige Rücken auf, und weit gegen Ost streckt sich die Wüste.[42]

In diesen östlichsten Theilen des Tian-shan kennt man die Angara-Schichten, Porphyre, Schiefer, dann Stöcke von Granit und Syenit; Gneiss scheint weiter verbreitet zu sein als im Westen.

Der Fluss Chaja, von den Eisfeldern des Karlyk-tag quer über die Wüste und die Vorberge nach Süden ziehend, endet nach Obrutschew in einen See, nahe am Nordrande des Bei-shan oder vielmehr der Kette Jo-shui-shan. In diesen See mündet, von Osten kommend, ein Thal, auf den Karten als der Protok Jandunskii oder Fluss von Jandun bezeichnet. Die Lage ist höher als im Westen (777 M.), aber die Gestaltung der Oberfläche ist so auffallend, dass G. E. Grum-Grimailo bereit war, anzunehmen, es sei wirklich vor Zeiten ein grosser Fluss zwischen Tian-shan und Bei-shan von Ost gegen West bis in die Tiefe von Ljukt-shun geflossen.[43]

Obrutschew gibt ein genaues Bild jenes Theiles der Senkung, welcher östlich von 95° ö. L. liegt. Ein breites Schuttland zieht sich auch hier vom Karlyk-tag gegen Süden, unterbrochen von Reihen schwarzer Vorberge, welche aus Diorit, Porphyr, Granit und schwarzem Kieselschiefer bestehen. Südlich von den letzten Vorbergen setzt sich der Abhang fort bis zu den Höhen der Quelle Utun-odsi (1135 M.), welche von Gobi-Ablagerungen gebildet sind, unter denen abradirte ältere Felsarten sichtbar werden. Südlich von Utun-odsi, in der Nähe der Quelle Ja-dsi-tshuan (1350 M.) senkt sich der Boden bis 490 M. Hier allerdings gleicht die Senkung völlig einem alten Flussthale, welches von O. her gegen den Mündungs-See des Fl. Chaja zieht. Die Höhenlage dieses See's ist mir nicht bekannt. Hier liegt das östliche Ende der grossen Senkung. Obrutschew fasst sie in ihrer Gesammtheit, von Toksun und Turfan bis zur Quelle Ja-dsi-tshuan, als einen tektonischen Graben auf und nennt sie die pri-tian-shan'sche Senkung.[44]

Auf der ganzen Länge dieses Grabens, von 88° 30′ ö. L. bis etwa 95° 30′ ö. L., liegt der tiefste Theil der Senkung hart am südlichen Rande. Im äussersten Westen wird —102 M. erreicht, aber es ist nicht möglich zu beurtheilen, welchen Betrag im Osten die Auffüllung durch den vom nördlichen Hochgebirge herabkommenden Schutt erlangt. Reicht ja doch der hereingeblasene Sand des Kum-tag hin, um in der Nähe dieser tiefsten Stelle einen breiten Rücken von + 300 bis + 400 M. herzustellen.

Bei-shan. Dieses Gebirge, von den Brüdern Grum-Grimailo zuerst von anderen Berggruppen schärfer abgesondert, stellt sich in Betreff seines Baues als eine gegen O. bis OSO. streichende breite Zone von Falten dar, welche, aus dem Tian-shan hervortretend und gegen Nord und Süd ihrer ganzen Länge nach oder doch durch eine beträchtliche Strecke von Brüchen und Senkungen begleitet, einem Horste gleich, schräge über die Gobi und bis jenseits des Edsin-gol streichen. Dabei erleiden die nördlichen Falten an ihrem östlichen Ende eine Beugung gegen ONO. oder NO.

Der Bei-shan ist als eine ‚Aufblähung' bezeichnet worden, aber die Art und Weise, in welcher sein östliches Ende sich am Edsin-gol in die einzelnen Faltenzüge auflöst, zeigt den wahren Bau. Wie sein nördlicher Faltenzug, Tshol-tag, und ebenso sein südlicher, Kuruk-tag, sich als wahre Aeste des Tian-shan erweisen, wurde bereits gesagt.

Die Niederung des See's Bagrasch-kul, welche sich zwischen diesen beiden Zügen ausbreitet, unterbricht die Fortsetzung der inneren Faltenzüge. Dabei ist Bei-shan weitaus niedriger als Tian-shan, weit ärmer an Wasser und an Pflanzenwuchs, ja zum grössten Theile eine wahre Wüste, durchzogen von langen und niedrigen Felsrücken. Insoferne es sich daher um das äussere Bild handelt, entfernt er sich gar weit von den herrlichen alpinen Landschaften, welche das Entzücken der Reisenden z. B. im Boro-choro bilden, aber er ist dennoch ein Stück desselben Aufbaues. Vielleicht wird sich dieser äussere Widerspruch dereinst dadurch lösen, dass man im Bei-shan ein Stück der Ruine eines älteren Aufbaues erkennen wird, welcher später auf dem Gebiete des heutigen Tian-shan seine neuerliche Ausgestaltung nach einem den alten Linien ähnlichen Grundplane erhalten hat.

Wir wollen zuerst einen Querschnitt im Westen betrachten.

M. E. Grum-Grimailo ist aus dem Graben von Ljuk-tshun zwischen 90° und 89° ö. L. gegen Süd gezogen. Der Aufstieg über den Tshol-tag führte über Thonschiefer, dann über die zerstörte Oberfläche von Granit und Quarzit (901 M.). Von hier überblickt man ein breites und ödes, bergiges Land. Nur wenig

tiefer (815 M.) liegt weiter Salzgrund, und hellrothe Karneole sind wie Blutflecken ausgestreut über das Salz. Die von der Deflation mächtig beeinflusste und von Splittern überdeckte Oberfläche lässt Granit erkennen, körnigen Kalkstein und grünen Phyllit. Dann bildet Glimmerschiefer westlich streichende, felsige Reihen. Zwei Drittheile der Breite des Bei-shan sind überschritten, und nun erhebt sich über die Landschaft die hohe granitische Masse des Tjuge-tau (2700 M.). Die Umgegend hat unterdessen etwa 1500 M. erreicht und besteht aus Diabas und Marmor. Jenseits der Diabase folgen in einem Längenthale senkrecht gestellte Lagen von Sandstein und Schiefer. Der N.-Abhang des Kuruk-tag zeigt Granit; seine Höhe scheint kaum 1200 M. zu erreichen; gegen Süd dacht er zur Niederung des Lob-nor ab.

Gobi-Ablagerungen wurden nicht getroffen; die Breite des Bei-shan beträgt hier etwa 125 Werst.[45]

Das nächste Querprofil liegt weit im Osten; Obrutschew hat es von Bulundsir, O. von An-si, im Bogen gegen NW. zur Quelle Ja-dsi-tshuan am östlichen Ende des pri-tian-shan'schen Grabens gezogen. Dieses Profil ist durch das Vorherrschen archaischer Felsarten im Süden und der Mitte ausgezeichnet. Das südliche Randgebirge (1600 bis 1650 M.) wird hier nicht als Kuruk-tag bezeichnet, sondern erhält den Namen Pustynnii-Chrebet, d. i. das wüste Gebirge. Es besteht aus Granit, Gneiss, Amphibolschiefer und Quarzschiefer. Ein Längenthal mit Gobi-Ablagerungen trennt es vom In-wa-shan; Porphyr erscheint neben den archaischen Felsarten; die Höhen reichen über 2000 M. Kohlenflötze und eine abweichend streichende Scholle, vielleicht dem Ueberkohlensandstein zugehörig, werden getroffen. Abermals folgen die archaischen Felsarten und im Dsi-ge-djin-dse (Thonschiefer, Quarzit, grünlicher Schiefer, 2290 M.) wird der höchste Theil des Profils durchquert. Man sieht wieder Gneiss und die mächtig zerstörende Einwirkung des Windes auf Granit. Es folgt Hornblende-Granit und Syenit-Porphyr bis in die Nähe des Jo-shui-shan. Diese Kette, eine Anticlinale von Glimmerschiefer, Thonschiefer und Quarzit, ist dieselbe, deren WNW.- oder W.-Fortsetzung wahrscheinlich den Südrand des pri-tian-shan'schen Grabens erreicht.

Innerhalb derselben scheint sich, nach den Streichungs-Richtungen zu urtheilen, eine Beugung aus WNW. gegen ONO. zu vollziehen. Diese Beugung tritt deutlich hervor in dem Utun-shan, welcher jedoch aus grauem Kalkstein und Porphyr besteht. Hier erblickt man bereits die Schnee-Gipfel des Karlyk-tag und ein Längenthal scheint gegen NO. offen auszugehen. Porphyr und Porphyr-Tuff halten an; dann ist die Quelle Jadsi-tshuan und das östliche Ende des Grabens erreicht.[46]

Auf der Linie von Sa-tshou gegen Kufi wurde der Bei-shan von Prjewalski, Roborowski und anderen gekreuzt, aber die veröffentlichten Berichte sind kurz. Hier wurden keine bedeutenden Höhen getroffen, und der Bei-shan ist in der Mitte durch ein breites Thal der Länge nach getheilt.

Von besonderer Bedeutung für den Zusammenhang der Ketten ist die Reise, welche Ladygin von Dalan-turu (S. vom Zagan-nor im See'n-Thale) in nahe südlicher Richtung bis Sutshou ausgeführt hat.[47]

S. von den Ausläufern des Altain-nuru, welchen wir als die Hauptkette des Gobi-Altai kennen gelernt haben, kreuzte derselbe den Burgustin-nuru, Ederyngin-nuru und die gegen S. von hohen Bergen begrenzte Wüste Narin-chuchu-gobi. Sie sinkt bis 1100 Fuss (335 M.) herab; dieses ist der tiefste Punkt der Reise.

Es ist ein besonderes Verdienst Ladygin's, dass er am Südrande dieser Wüste das Gebirge sowohl nach West als nach Ost durch weite Strecken verfolgt hat. Gegen Westen kam er weit genug, um aus der Ferne die weissen Gipfel der östlichen Ausläufer des Karlyk-tag zu erblicken und gegen Ost sah er den hohen Gipfel Noin-bogdo, O. vom Meridian des Edsin-gol. Hier zeigte es sich, dass vom Adji-bogdo (etwa 5800 Fuss) und Baga-bogdo, welche beide noch den Vorketten des Gobi-Altai zugezählt werden, über den langen, O. von der Marschroute sich gegen OSO. und O. in die Wüste streckenden Kökö-tymyrty eine Verbindung vorhanden ist bis zu dem Rücken Noin-bogdo, so dass ein einheitlicher bogenförmiger Zug quer über die Wüste im Norden der Mündungs-See'n des Edsin-gol hervortritt. (Vgl. S. 127.)

Südlich vom Kökö-tymyrty folgt die Wüste Shjurten-choly-gobi (2000 Fuss, 40 Werst breit) und dann Boro-ula, die erste Kette des Bei-shan.

Während im Westen etwa noch der pri-tian-shan'sche Graben, wenn nicht als eine tektonische, so doch als eine morphologische Grenze zwischen Tian-shan und Bei-shan angesehen werden könnte, und man etwa vorschlagen könnte, den Winkel, mit welchen bei Barkul Metschin-ola an die N.-Seite des Karlyk-tag tritt, als eine Grenze der dsungarischen und mehr dem Gobi-Altai gleichenden Linien gegen den Tian-shan anzusehen, verschwinden hier diese Merkmale und eine einzige bogenförmige Anlage scheint immer mehr die Gesammtheit der Ketten zu beherrschen.

Boro-ula besteht aus Schiefer; der folgende Chan-shui-nuru ist hier der höchste Zug des Bei-shan, und ihm folgen noch zwei Höhenzüge bis zu der breiten, nach WNW. ziehenden Wüste Chunkyr-dsagyn-choly, aus welcher Höhen von rothem Thon (Dsossytyn-nuru) aufragen, welche den Gobi-Ablagerungen angehören dürften. Man gelangt an einen niedrigen Höhenzug mit Kohlenflötzen, hierauf an die Sande Narin-chulussu, dann zur Stadt Su-tshou.

Endlich verdanken wir Obrutschew ein Querprofil des Bei-shan, welches sich von S. gegen N., nahe dem Edsin-gol, an seinem östlichen Ende bewegt.[48]

Im Süden, nahe N. von Ting-tcha-hsi, erreicht man am Flusse Lin-shui einen Streifen Landes, welcher nach O. wie nach W. nur ebene Wüste erkennen lässt, und den Obrutschew als einen Theil eines Grabens ansieht, welcher Nan-shan und Bei-shan trennt. Es ist die Fortsetzung der eben genannten Sande Narin-chulussu. Dann gelangt man an den Fuss des Bei-shan. Porphyr und Porphyrit, dazwischen veränderter, krystallinischer Kalkstein, sind die herrschenden Gesteine. Zugleich erscheint auch Granit. Etwas weiter gegen Nord folgt ein Zug von Gneiss und altem Schiefer; hier ist das allgemeine Streichen noch WNW. oder NW., doch beginnt Beugung gegen ONO. und NO., welche gegen Norden immer deutlicher hervortritt. Wieder folgen Porphyr und Tuffe, dann Kalk-Schiefer, in welchem Diorit einen

kleinen Lakkolith bildet. Conglomerate der Gobi-Serie begleiten das Gebirge. Dem mächtigen mittleren Zuge desselben gibt Obrutschew den Namen Edsin-ula. Dieser bietet zuerst Granit, Porphyr, Diorit und krystallinischen Kalkstein, hierauf in grosser Breite Kalkstein mit untercarbonischen Versteinerungen; das Streichen ist bereits ONO. und NO. Nach einer Unterbrechung durch die Wüste wird der nördlichste Zweig des Bei-shan, Boro-ula, erreicht. Er besteht hier aus demselben untercarbonischen Kalkstein. Schon weiter im Süden sah man einzelne Höhenzüge am rechten Ufer des Edsin-gol, welche die Fortsetzung und zugleich die Beugung des Bei-shan gegen NO. andeuten. Zwei Fortsetzungen des Boro-ula erscheinen jenseits des Flusses, und zwar der Berg Dserdjin-Wantshik und der längere gegen ONO. gerichtete Zug Kökö-ula.

Die Brüder Grum-Grimailo, wie Obrutschew, stimmen in der Vermuthung überein, dass die Aeste des Bei-shan unter den Sanden von Ala-shan in Verbindung treten mit den ihnen entgegenstrebenden Ausläufern der Gebirge am Hoangho. Die Beugung des Endes von Edsin-ula und Boro-ula sowie die NO.-Fortsetzung des letzteren über den Edsin-gol deuten diese Verbindung an. Sie erhält im Norden Bestätigung durch Ladygin's Nachweis des Bogens, welcher vom Adji-bogdo des Gobi-Altai über Kökö-tymyrty zum Noin-bogdo zieht. Aber die eigentlichen Tian-shan-Züge sieht man nicht mehr, und obwohl wir im Westen sahen, dass die beiden Hauptzüge des Bei-shan aus dem Tian-shan selbst entspringen, ergibt sich im Osten zwischen dem Verhalten beider eine Verschiedenheit. Hier ist es vielmehr, als würden aus dem Winkel, welchen die Züge des Gobi-Altai (Adji-bogdo u. s. f.) mit jenen des Bei-shan (Boro-ula u. s. f.) bilden, daher aus einer westlichen Erweiterung der Region der Shjurten-choly-gobi, nach einander die einzelnen Kulissen des Ost-Tian-shan (Emir-tag mit Karlyk-tag, dann Bogdo-ola u. s. f.), stets etwas gegen WSW. gerückt, in schräger Reihenfolge hervorgehen.

San-sjan-tsy. Dieses Gebirgsstück gehört einer anderen Gruppe von Gebirgsketten, dem Jarkend-Bogen, an; seine Besprechung wird der besseren Uebersicht halber eingeschaltet.

Koslow schildert, aus SW. kommend, die Reise an der Südseite des Lob-nor. Zur Rechten liegen die Sande Kum-tag, welche in grosser Breite den Fuss des Anembar-ula (Jarkend-Geb.) begleiten, und zur Linken treten immer deutlicher und näher die Umrisse des Kuruk-tag (Bei-shan) hervor. Zwischen der Niederlassung Korot-bulak (etwa 91° 25′ ö. L.) und dem um 150 Werst weiter gegen Ost gelegenen Atschik-chuduk ändert sich das Bild der Wüste. Die salzigen Moräste verschwinden und die Vegetation der Umgebung des Lob-nor tritt nach und nach wieder hervor. Kuruk-tag zeigt steile Abfälle. Die Niederung, welche der Fortsetzung des Lob-nor entspricht, wird bei Atschik-chuduk sehr eingeengt. Endlich erreichen die zungenförmigen Rücken von Sand, welche der Kum-tag gegen Norden aussendet, die Vorberge des Bei-shan und schliessen die Niederung gegen Osten ab. Diese Niederung nennt Koslow das ‚Thal der wilden Kameele'.[49]

Von hier aus hat Koslow, gegen SO. über die Sande hin Sa-tshou erreicht. Wir folgen aber weiter der Richtung gegen Osten. Die Sande haben, indem sie gegen Nord den Bei-shan erreichten, eine Wasserscheide aufgebaut, welche die Abflüsse des NW.-Nan-shan abtrennt vom Lob-nor und vom Jarkenddarja. Ostwärts, jenseits der Wasserscheide, stellt sich aber bald wieder eine Reihe kleinerer See'n ein; endlich folgt das weite Gebiet von See'n und Sümpfen, welches als der See Chalatschi bezeichnet wird und welches die früheren und nun abgedämmten Zuflüsse des Lob-nor, von S. den Dan-che und von Osten den Su-lei-che (Bulundsir) aufnimmt. Hier, in den niedrigen Abrissen des S.-Ufers des Chalatschi tritt Hornblendegranit zu Tage.[50]

Dieses ist die erste Spur eines langen Zuges archaischer Gesteine, welcher weiter gegen NO. oberhalb An-si als ein felsiger Rücken schräge vom Su-lei-che (Bulundsir) gekreuzt wird. Dieser Rücken löst sich weit in SW. in einer Reihe kürzerer Kulissen von der Nordseite des Anembar-ula ab und erst im Knie des Dan-che oberhalb Sa-tshou scheint er Zusammenhang zu gewinnen. Von hier streckt er sich aber noch durch mehr als 200 Werst, fortwährend in der den Aesten des Anem-

bar-ula parallelen Richtung ONO. über den Su-lei-che bis in die unmittelbare Nähe des Südfusses des Bei-shan fort.

Für diesen langen Felsrücken steht mir ein Gesammtname nicht zur Verfügung; Lóczy nennt die nördlichen Theile bis zum Su-lei-che Ta-pan-shan und Lo-an-shan; die 40-Werstkarte nennt diese Theile San-sjan-tsy. Michaelis hat sie zuerst besucht und die Felsarten wurden von Steuer beschrieben.[51]

Nach Lóczy wird dieser Zug von nackten und zerklüfteten Felsen gebildet, deren höchster Punkt (2045 M.) oberhalb Satshou liegt, sich an seiner Nordseite 3—400 M. über das öde

Fig. 10. Gegend von An-si-fan nach Lóczy.

g = Granit, Diabas; *N* = Sandstein des Nan-shan; *gn* = Gneiss, Glimmerschiefer; *Ca* = Carbon; *Ca S* = Ueberkohlensandstein.

Diese Figur ist, wie der Text zeigt, durch nachträgliche Beobachtungen in mehreren Einzelnheiten zu ändern; sie ist jedoch die einzige geologische Darstellung eines Theiles des San-sjan-tsy, welche mir bekannt ist.

Schuttland der Umgebung erhebt und an der Südseite flach unter dieselbe hinabsinkt. Am Su-lei-che oberhalb An-si besteht er aus grauem Gneiss, Amphibolschiefer, Glimmerschiefer und krystallinischem Kalkstein, durchsetzt von Granit und Quarz-Diorit; das Streichen wechselt zwischen OW. und N. 60—70° O. Alter Sandstein schliesst sich an das SO.-Gehänge.[52]

Die N. vom Su-lei-che aufragenden Stücke hat Obrutschew beschrieben. Es sind dieselben alten Schiefer und Sandsteine, welche Lóczy an der Ostseite fand; Str. N. 50—60° O., entsprechend der Richtung des Zuges. Dann, W. von seinem NO.

Ende, sieht man noch eine Gruppe dunkelgefärbter Hügel; ihre Schuttdecke besteht aus Hornblende-Porphyrit. Sie befinden sich unweit von der Schuttlehne des Südrandes des Bei-shan, nämlich des Pustynnii Chrebet oder wüsten Gebirges. Noch etwas weiter gegen W. und fast eben so nahe am Bei-shan liegt eine breite, abgetragene archaische Masse, vorwaltend Gneiss und Quarzschiefer, in welcher das Streichen zu schwanken scheint zwischen N. 70 bis 100° O. Diese Masse bildet eine schräge Tafel, ganz wie ihre Fortsetzung im S. des Su-lei-che, sanft abdachend gegen Süd und steil abgebrochen gegen Nord, als wäre sie vom Bei-shan durch eine breite Zerreissung abgetrennt, welche die Wüste bedeckt. Der Südfuss des Bei-shan ist hier nicht eine gerade Linie, sondern zeigt Vorgebirge und Buchten; zwei Werst von seinem Fusse, wo seine Schuttlehne bereits ansteigt, ist die Seehöhe 1420 M.[53]

Dieses ist die Art der Begegnung der nord-östlichsten Kulisse des Jarkend-Bogens, des San-sjan-tsy, mit dem Bei-shan. Die Niederungen zwischen seinen letzten Höhen sind heute eingenommen von Salzsümpfen, aber Ruinen von Grenzthürmen und Tempeln und trockene Bewässerungs-Kanäle zeigen einstigen Wohlstand. Es ist ein Gebiet, in welchem der Mensch zurückweicht vor den Kräften der Natur.

Lun-shan. Vor dem Nordfusse des Nan-shan liegt eine langgestreckte Niederung. Sie ist durch eine Gebirgskette gegen Norden von der Sandwüste von Ala-shan abgetrennt. Die Flüsse, welche von den Schneefeldern und Gletschern des Nan-shan herabkommen, und namentlich die Zuflüsse des Edsin-gol, bewässern diese Niederung, bevor die Gebirgskette im Norden von ihnen durchquert wird und sie in der Wüste verloren gehen. Diese Gebirgskette hat vielerlei Namen erhalten; im Volke heisst sie zumeist Bei-shan, d. h. das Nordgebirge, im Gegensatze zum Südgebirge Nan-shan, aber dass sie nicht die unmittelbare Fortsetzung des Bei-shan vom Edsin-gol her sei, hat F. v. Richthofen schon seit langer Zeit erkannt. Einzelne Theile derselben heissen Pa-lin-shan, Bo-shan, Tsa-jui-guan-shan u. s. f.; der grösste Theil des Ostens wird Lun shan, d. i. das Drachen-Gebirge,

benannt und diesen Namen verwenden wir nach Obrutschew's Vorschlag für den ganzen Gebirgszug. Die Niederung zwischen Lun-shan und Nan-shan aber, welche kaum an einer Stelle die Breite von 60 Werst erreicht und zumeist viel schmäler ist, bildet das Gebiet der Oasen von Kansu.

Lun-shan zeigt in seiner Zusammensetzung zwei sehr auffallende Merkmale, welche beide im hohen Nan-shan wiederkehren.

Das erste ist das von Lóczy zuerst beschriebene sehr allgemeine und deutliche Hervortreten der discordanten Auflagerung des Ober-Carbon. Dasselbe ist durch flötzreiche und durch marine Schichten vertreten, welche letzteren eine reiche, dem europäischen Ober-Carbon durchaus entsprechende Fauna (Spirifer Mosquensis, Enteletes Lamarckii, Fusulina cylindrica u. And.) enthalten. Das Ober-Carbon hat aber spätere, heftige Bewegungen erlitten; im Lun-shan wie im Nan-shan sind manche der grössten Dislocations-Linien durch die Einklemmung von flötzführendem Ober-Carbon gekennzeichnet.[54]

Das zweite Merkmal ist die Umgürtung des Gebirges mit den mächtigen rothen, gelben oder braunen Lagen von Sandstein, Mergel und Conglomerat, welche die hier oft über tausend Fuss mächtige Gobi-Serie bilden. Obrutschew hat gezeigt, dass sie zumeist dem Gebirge flach angelagert, öfters aber auch heftig gestört ist, und zwar nicht nur durch Senkung, sondern auch durch Faltung. Ihre Sandsteinlagen gleichen zuweilen dem Ueberkohlen-Sandstein.

Im Westen, beiläufig im Meridian der Stadt Jui-myn, geht von dem Nordfusse des Nan-shan ein breiter selbständiger Rücken ab, von Obrutschew als Pestraja Grjada, der bunte Rücken, bezeichnet. Er besteht aus diesen buntfarbigen Gobi-Ablagerungen.[55] Sie sind nach Obrutschew unmittelbar am Rande des Nan-shan heftig gestört und streichen dann mit N. 65° O. in einer dem Hochgebirge fremden Richtung durch die Pestraja Grjada gegen Tsha-tien.[56] Bei dieser Stadt wird Gneiss sichtbar mit Str. N. 35—40° O.; er bildet offenbar die Unterlage der Pestraja Grjada und des ganzen quer über die Niederung streichenden Zuges. Lóczy vermuthete in diesem Gneiss einen

‚Vorposten' der archaischen Felsarten des Ta-pa-shan (San-sjan-tsy). Thatsächlich entspricht die Richtung dem W.-Kuen-lun, aber nicht dem Nan-shan.[57]

Etwa 30—40 Werst SO. von hier hat Obrutschew das Gebirge O. vom Palin-shan gekreuzt. Von alten Felsarten sind nur Spuren sichtbar; die mächtigen Conglomerate und Sandsteine gehören wahrscheinlich zum Ueberkohlen-Sandstein. Im SW.-Theile des Gebirges vollzieht sich eine Annäherung an Str. OW. und selbst WNW., während im NO.-Theile noch Str. N. 45—80° O. getroffen wird. Noch etwa 25 Werst weiter sieht man metamorphische Schiefer und Sandsteine, sehr eng gefaltet, streckenweise, wie es scheint, gegen N. überworfen, auch von Gängen von Syenit-Porphyr durchzogen. Hier ist aber bereits die Richtung Str. WNW. bis NW. erreicht. Das Gebirge wird zu einem schmalen Rücken; die grosse Mauer begleitet seine Südseite bis in die Nähe des Lin-shui, der zum Edsin-gol fliesst. An diesem Flusse sieht man krystallinischen Kalk mit Graphitflittern und aplitischen Gängen, weiterhin Granit-Gneiss, Str. NW. 310°[58]

Hier hat also der Lun-shan die herrschende Richtung des Nan-shan erreicht und er behält sie als der Nordrand des Oasen-Gebietes von Kansu, durch eine lange Strecke bei. Nebenzüge schliessen sich an die SW.-Seite; das Gebirge wird breiter und höher.

Bei Shan-dan-sjan, etwa 230 Werst OSO. vom Lin-shui, besteht der Hauptzug des Lun-shan aus einer steilen Anticlinale von Carbon, die den nördlichsten und höchsten Sattel bildet, und aus vier parallel gegen Süd diesem vorgelagerten Streifen von grünem Schiefer mit einzelnen Granitgängen, welche durch Streifen von Carbon von einander getrennt sind und sich gegen Süd erniedrigen. Es ist ein eng gefaltetes Gebirge, und die Frage muss offen bleiben, ob diese parallelen Streifen durch Staffelbrüche mit Senkung gegen Süd oder durch Schuppenbewegung erzeugt wurden.

Die ganze Richtung des Gebirges, das Streichen der steilen nördlichen Anticlinale, so wie aller carbonischen Streifen, folgt der Richtung WNW. bis NW. Man bemerkt aber, dass das Carbon dem grünen Schiefer discordant auflagert und dass dieser schon vor dem Carbon gefaltet war; sein Streichen ist in dem nörd-

lichsten und wichtigsten Streifen jenem des Carbon völlig entgegengesetzt, anfangs NO. 45°, und nähert sich gegen Süd bis NO. 87° der OW.-Richtung; in den südlicheren Streifen schwankt es zwischen OW. und WNW.

Von Norden, von der Wüste von Ala-shan her, steigen in flach gelagerten und transgredirenden Schollen die Gobi-Ablagerungen an dem Gehänge des Lun-shan herauf; sie gelangen nach Obrutschew's Angabe so hoch, dass die Passhöhe des Lun-shan (2320 M.) überschritten wird.[59]

Oestlich von der eben besprochenen Strecke mehrt sich an der Südseite des Lun-shan die Zahl der parallelen Nebenzüge (Sin-che-shan, Fin-shan, Bao-bu-dan-shan); sie haben alle denselben Bau wie der Hauptzug und nur in dem südlichsten derselben, welcher am weitesten in das Gebiet der Oasen von Kansu vortritt und zugleich der höchste ist, Tei-chuan-shan, tritt Granit-Gneiss hervor, als die älteste Felsart des Lun-shan. In diesen Vorbergen herrscht allenthalben Str. NW. bis WNW.; die Transgression des Ober-Carbon ist sehr auffallend. —

Beiläufig 100 Werst OSO. von dem Profile von Nan-dan-sjan, N. von der Stadt Juen-tshen-sjan, welche etwa auf dem halben Wege gegen Ljan-tshou liegt, sind die südlichen Vorketten des Lun-shan verschwunden oder sie haben sich mit dem Hauptzuge vereinigt. Fin-shan zieht N. von Juen-tshen-sjan vorbei und ist nur durch ein schmales Thal, in welchem die grosse Mauer sich befindet, vom Lun-shan getrennt. Fin-shan besteht hier aus altem Sandstein mit Gängen von Syenit-Porphyr und Granit, Lun-shan aber vorwaltend aus Granit; es ist nicht festgestellt, ob derselbe archaischen Alters ist. Das Streichen der Gesteine wie der Gebirgszüge ist auch hier WNW. bis NW.[60]

Endlich ist es uns durch die Ausdauer Obrutschew's möglich, auch noch auf der Linie des Da-che unterhalb Ljan-tshou die Fortsetzungen des Lun-shan an einer Stelle zu vergleichen, welche etwa 80 Werst OSO. von Juen-tshen-sjan und mehr als 550 Werst von jener Stelle entfernt ist, an welcher in der Pestraja Grjada die Züge des Lun-shan den nördlichen Fuss des Nan-shan berühren.

In diesem am weitesten gegen OSO. liegenden Theile des Lun-shan scheint es nach der Landkarte, als habe das Gebirge eine ähnliche Beugung in der Richtung zu den Bergen am Hoangho vollzogen, wie sie die nördlichen Züge des Bei-shan am Edsin-gol vollziehen. In der That traf Obrutschew in der muthmaasslichen normalen OSO.-Fortsetzung des Fin-shan und Lun-shan kein Gebirge an den Ufern des Da-che N. von Ljan-tshou, und erst viel weiter gegen die Stadt Tshen-fan erscheinen die Ausläufer als lange, schuttbedeckte Rücken, umgeben von den Barchanen der Sande von Ala-shan.

Der erste, Kun-nge-shan, zerfällt in zahlreiche, gegen WNW. gestreckte Rücken von verschiedener Länge, welche auch im Osten des Flusses Fortsetzung finden; man sieht dunkelbraunen Kalkstein; die Schichtstellung ist unsicher, vielleicht Str. OW. bis ONO. Im Schutte sieht man Spuren von Gobi-Ablagerungen und zweifelhafte carbonische Reste. Der zweite und letzte Rücken gegen Nord, Loje-shan mit der relativen Höhe von 120 M. (Flussthal 1430 M.) ist gleichfalls gegen WNW. gestreckt.[61]

In Summe kann gesagt werden, dass der Lun-shan ein WNW. bis NW. streichender Gebirgszug ist, welcher sich als eine parallele Kulisse zwischen Bei-shan und Nan-shan einstellt, jedoch vom Bei-shan sich dadurch unterscheidet, dass sein westliches Ende über Tsha-tien und die Pestraja Grjada im Sinne des Jarkend-Gebirges gegen SW. umgebeugt ist.

Nordfuss des Nan-shan. Das mächtige Richthofen-Gebirge, welches den ganzen Nordrand des Nan-shan bildet, besitzt gegen N., d. i. gegen die Oasen von Kansu, keineswegs eine einheitliche Abgrenzung. Es gibt im Norden des Nan-shan nichts, was sich der Flysch- oder Molassen-Zone der Nord-Alpen, der Karpathen oder des Apennin, oder den Flysch-Bergen von Arrakan in Burmah oder den Sevalik-Bergen am Südfusse des Himálaja vergleichen liesse. Auch ist nichts sichtbar, was dem gebrochenen Innenrande eines grossen Gebirgsbogens ähnlich wäre, sondern man sieht im Gegentheile da und dort Vorketten, welche, gegen WNW. bis NW. streichend, sowohl dem Hauptzuge des Richthofen-Gebirges, als auch den im Norden ihnen gegenüber

liegenden Vorketten des Lun-shan parallel sind. Desshalb musste auch Lóczy den Eindruck gewinnen, dass der Ho-jen-shan (= mittl. Lun-shan) nur eine der Vorketten des Nan-shan sei.[62]

OSO. von At-sa-kou, d. i. von dem Anschlusse des W.-Lun-shan an den N.-Fuss des Richthofen-Gebirges, herrscht in letzterem durch eine längere Strecke alter Schiefer und Sandsteine mit Str. WNW. bis NW. Etwa 70 Werst von diesem Anschlusse besteht die Vorkette Tshin-tu-shan aus Carbon und Ueberkohlen-Sandstein mit dem gleichen Streichen, gefaltet, doch mit durchwegs gegen SW., d. i. gegen das Hochgebirge geneigten Schichten. Noch weit draussen am Rande der Ebene zeigen auch Gobi-Schichten sogar Neigungen von 60—65° im gleichen Sinne. Obrutschew vermuthet eine Ueberstürzung der ganzen Schichtfolge gegen NO.[63]

Noch etwas mehr als 90 Werst weiter gegen OSO. sieht man bei Tsin-fo-sy, wo der Da-che aus dem Richthofen-Gebirge hervortritt, eine breite Granit-Masse, welche vom Rande der Ebene sich rasch zu bedeutender Höhe erhebt und südwärts durch eingeklemmtes flötzführendes Carbon von noch höheren Ketten getrennt ist.[64]

Etwa 100 Werst weiter gegen OSO. gelangt man an eine gedrängte Gruppe von Vorketten, Din-in-pa-pan-shan, welche, gegen Gao-tai vortretend, die Niederung der Oasen von Kansu auf etwa 25 Werst einengen. Diese Gruppe endet gegen N. in deutlichen Staffelbrüchen, welche alten Sandstein, Carbonkalk, Flötze und Porphyr mit Tuffen in drei Staffeln hintereinander zeigen.[65]

Noch etwa 80 Werst weiter gegen OSO., bei Nan-kou-tshan, wo der Fuss des Gebirges zurückgetreten ist und die Niederung wieder grosse Breite erlangt hat, sind die Schichten gegen den Berg geneigt; Granit (oder Porphyr?) erscheint innerhalb einer älteren palaeozoischen Serie, welcher Ober-Carbon discordant auflagert.[66]

Nicht weit O. von dieser Stelle tritt am Fusse des Gebirges eine breite Zone von Melaphyr auf, mit Tuff und Breccien; sie ist gleichfalls gegen Süd durch flötzführendes Carbon begrenzt.[67]

Diese ausserordentliche Mannigfaltigkeit lässt vermuthen, dass der Nordrand des Richthofen-Gebirges nicht eine einheitliche tektonische Linie ist. Allerdings folgt dieser Rand dem allgemeinen Streichen des Nan-shan; auch seine Vorketten folgen diesem Streichen, und ebenso auch die Vorketten des Lun-shan und der Lun-shan selbst. Es mag wohl ein grosser Theil des heutigen Zustandes der Niederung der Oasen von Kansu und ihre wechselnde Breite durch unregelmässig grabenförmige Senkung an streichenden Längsbrüchen herbeigeführt worden sein.

Westliche Grenze des Nan-shan. Dieses mächtige Gebirge wird gegen Nordwest durch Theile des Jarkend-Gebirges (W.-Kuen-lun), nämlich Altyn-tag, Anembar-ula und ihre Neben-Kulissen abgegrenzt. So haben Lóczy und Bogdanowitsch die Sachlage aufgefasst und was an früherer Stelle über die Richtung und die Stellung des Gneiss-Rückens San-sjan-tsy gesagt worden ist, bestätigt die Richtigkeit dieser Auffassung. Nach Nordosten, gegen die Oasen von Kansu, ist, wie die Betrachtung des Nordabhanges des Richthofen-Gebirges ergeben hat, eine einheitliche tektonische Grenze nicht vorhanden. Gegen Südwest kann man nach Belieben eine Grenze durch den See Kuku-nor, oder nach dem Chaltyn-gol und der Ebene Syrtyn, oder am Nordrande von Tsaidam ziehen; alle diese Grenzen sind gleich willkürlich, nur zum Zwecke der bequemeren Uebersicht der Gestaltungen gewählt und keine ist in der Natur begründet, denn kaum ändert sich bis zum Prjewalski-Gebirge die Richtung der Faltenzüge, und noch weiter gegen Süden vollzieht sich die Beugung auch nur sehr allmählich. Ebensowenig ist eine Grenze gegen Südost zu finden und diess ist auch meines Wissens nie versucht worden.

Das Blatt XXI der russischen 40 Werst-Karte, von Obrist Bolschew bearbeitet, gibt ein gutes Bild der Höhenverhältnisse im Westen dieses Gebietes.

Am Lob-nor liest man noch 2550 engl. Fuss; dann steigen gegen Süd die Gipfel des Altyn-tag sofort zu 13.000 Fuss und noch höher auf, aber jenseits des Altyn-tag sinken die Ziffern nicht wieder in gleicher Weise herab; die Ebene Tsaidam sinkt

nicht unter 8800′ und liegt zum grössten Theile über 9200′; die Ebene Syrtyn liegt über 9400′ und südlich von Tsaidam befindet sich die Ebene der beiden See'n Kum-kul über 13.000′.

Kehren wir zur Ziffer 2550′ am Lob-nor zurück und folgen wir gegen ONO. dem oben geschilderten Wege Koslow's an der Südseite des Bei-shan. Nach und nach hebt sich der Boden bis 2720′. Der See Chalatschi jenseits der von Sand gebildeten Wasserscheide liegt in 3500′, aber sobald jenseits An-si der San-sjan-tsy überschritten ist, befinden wir uns über 5000′ und die ganze Fläche S. von Sa-tshou zwischen dem San-sjan-tsy und den Fortsetzungen des Anembar-ula, sowie andererseits das ganze Gebiet der Oasen von Kansu liegen über 5000′.

Ueber die Oasen von Kansu ragen die Kämme und Gipfel des Richthofen-Gebirges wohl zu 20.000′ empor, aber südlich von demselben bleiben alle Thäler des Nan-shan sehr hoch; der Spiegel des Kuku-nor befindet sich in 10.500′ und jener des von Roborowski entdeckten Chara-nor in beiläufig 12.000′. Jenseits des Nan-shan wird jenes Hochgebiet der tibetanischen Ketten erreicht, in welchem durch weite Strecken kein Punkt unter 15.000 Fuss herabsinkt.

Diese gewaltige Erhebung des Bodens, in Südwest begrenzt durch die Niederung des Jarkend-darja und des Lob-nor, in Nordost eingeengt durch die Niederung von Ordos, ist eine Anschwellung, zusammengesetzt aus zahlreichen dicht gedrängten mehr oder minder parallelen Falten. Diese Falten verfolgen von den Oasen von Kansu bis Tsaidam die Richtung WNW., mit Ausnahme ihres westlichsten Randes. Ein breites Thal, welches den Kuku-nor sammt dem Flussgebiete Buchain-gol und in weiterer Fortsetzung den Chara-nor umfasst, und dessen beträchtliche Höhenlage eben erwähnt worden ist, theilt diese Ketten der Länge nach in eine nördliche und eine südliche Gruppe. Die Theilung ist aber nicht vollständig, indem sich die Ketten in NW. wie in SO. des grossen Thales wieder so völlig aneinander schliessen, dass das Thal ohne Abfluss bleibt.

Die Breite des Nan-shan zwischen dem Nordrande von Tsaidam und dem Südrande der Oasen von Kansu gleicht der

Breite der Alpen zwischen Biella und Freiburg, und man kann sagen, dass das ganze, am häufigsten unter dem Namen Nan-shan begriffene Gebiet der Ausdehnung nach beiläufig den Schweizer Alpen entspricht. Der grösseren absoluten Höhe der Ketten steht die bedeutendere Höhe der Thalböden zur Seite, durch welche innerhalb des Gebirgslandes die relative Höhe vermindert, aber der Beobachter der Grenze des ewigen Schnee's umso näher gebracht wird.

Von Prjewalski bis Roborowski haben zahlreiche unternehmende Reisende an der Feststellung der Topographie dieses Gebirgslandes theilgenommen, aber bisher haben nur zwei Fachkundige Geologen Berichte veröffentlicht. Der erste war Lóczy, dessen Arbeiten, neben dem Besuche des Nordrandes, hauptsächlich für die Linie Lan-tshou—Ljan-tshou, für das Thal des Si-ning und für die südöstlichen Gebiete von Bedeutung sind. Ihm folgte Obrutschew, welcher mehrere Querprofile durch die nördlichen Ketten entworfen und in einer grossen Wanderung sämmtliche Ketten in der Nähe ihres NW.-Endes überschritten hat, dann dem Streichen folgend, an der Südseite des Kuku-nor in das Arbeitsgebiet Lóczy's gelangt ist und von hier aus, den Osten der Ketten durchreisend, die Oasen von Kansu wieder erreicht hat.

Diese bedeutenden Leistungen können dennoch bei der Ausdehnung und Beschaffenheit des Landes selbstverständlich nur als erste Erkundungen gelten. Insbesondere muss eingestanden werden, dass die Mitte des Nan-shan, nämlich die Umrandung des Chara-nor und des Flussgebietes des Buchain-gol mit Ausnahme des Südrandes des Kuku-nor, als geologisch fast ganz unbekannt zu gelten haben. Indem aber Obrutschew die hohen Ketten im Westen überschritten hat und jene des Ostens durch vereinte Bemühungen einigermaassen bekannt geworden sind, ist es möglich, zu erkennen, dass zwar einzelne und sehr merkwürdige örtliche Störungen im Streichen vorkommen, welche besonders besprochen werden sollen, dass aber im grossen der Verlauf der Ketten dem Streichen der Felsarten an beiden Enden des Nan-shan ziemlich genau entspricht.

Im Meridian von Su-tshou erheben sich zwischen den Oasen von Kansu und dem Längenthale des Kuku-nor vier hohe Ketten, gleichmässig gegen WNW. streichend. Sie sind: das Richthofen-Gebirge, Tolai-shan, das Gebirge Alexander III. und eine vierte wenig bekannte Kette, welche von der vorhergehenden durch das Thal des obersten Su-lei-che getrennt ist. In der WNW.-Fortsetzung des Alexander-Gebirges oder ein wenig südlich von dieser Richtung erhebt sich der Da-sjue-shan.[68]

Das Richthofen-Gebirge ist hier 50—60 Werst breit und in mehrere Faltenzüge getheilt, von welchen der erste wohl mehr als 20.000 Fuss erreicht. Sein Nordfuss hat uns bei Tsin-fo-sy, SO. von Su-tshou, einen Granitstock gezeigt, aber obwohl der Granit rasch ansteigt, reicht er nicht weit in das Gebirge. Ihm folgt ein nach SW. geneigter flötzführender Streifen von Ober-Carbon, dann Unter-Carbon mit Product. striatus, rother und grüner devonischer Sandstein, dann muthmaasslich silurischer Quarzit und Kalkstein. Bevor die Reihe der ersten Gipfel erreicht ist, neigen sich die Schichten bereits gegen Nord und alle übrigen Züge des Richthofen-Gebirges können als dicht gedrängte Falten ähnlicher palaeozoischer Sedimente angesehen werden, welche entweder senkrecht gestellt oder nach Süd überschoben sind. Auch Schuppenbildung scheint vorhanden zu sein. Möglicherweise gehört einer oder der andere flötzführende Streifen zur Angara-Serie. Auf dem südlichsten Uebergange Tsin-nin-daban (4220 M.) und noch höher als dieser sind dem Südrande des Richthofen-Gebirges die Gobi-Schichten discordant angelagert; sie fallen stellenweise unter ganz steilem Winkel zu dem Thale des Chun-shui ab, welches die Grenze gegen den Tolai-shan bildet.

Etwa 100 Werst weiter gegen WNW. traf Obrutschew diese Zone von rothen Gobi-Ablagerungen wieder, hier zu beiden Seiten des Thales Bei-jan-koi als eine Synclinale unter 60° und darüber gegen einander geneigt. Diese junge Synclinale ist auch hier als die Grenze zwischen Richthofen und Tolai-shan aufzufassen. Sie zeigt, dass das Richthofen-Gebirge gegen WNW. bedeutend schmäler wird; es scheint, dass ein Theil seiner nördlichen Reihen kulissenförmig gegen WNW. verloren geht.

Noch weiter gegen WNW., gegen den mittleren Su-lei-che hin, tritt in der palaeozoischen Serie des Richthofen-Gebirges rother und grüner Sandstein auf, und in den Zwischenlagen erscheinen mitteldevonische Fossilien.[69] An der Südseite öffnet sich die weite Ebene der Oase Tshou-ma-er. Sie ist im Süden begrenzt vom Tolai-shan, ist umgürtet von rothen und gelben Gobi-Ablagerungen und ist nichts anderes als ein erweiterter Abschluss des grossen, zum Theile synclinal gebeugten Streifens dieser Ablagerungen, welchen wir schon vom Sattel Tsin-nin-daban her als die Grenze zwischen dem Richthofen-Gebirge und dem Tolai-shan verfolgt haben. Sie wird vom mittleren Su-lei-che quer durchschnitten.

Jenseits dieses Flusses ändert das Richthofen-Gebirge, welches noch mehr an Breite verloren hat, seine Richtung, beschreibt einen weiten Bogen im Norden und Westen der Oase Tshou-ma-er und wendet sich endlich völlig gegen WSW. Dieses abgelenkte Gebirgsstück bildet unter dem Namen Shi-bao-shan die erste Kulisse des Anembar-ula. Diese Kulisse liegt O. von dem oftgenannten Gneisszuge San-sjan-tsy, welcher gleichsam als eine Vorlage den Anembar-ula begleitet.

Es ist leicht zu bemerken, dass diese Beugung des Richthofen-Gebirges jener ähnlich ist, welche der Lun-shan gegen die Pestraja Grjada hin vollzieht. Dabei umgibt sie völlig das Ende des zweiten Zuges des Nan-shan, Tolai-shan, welcher sich in niedrige Berge aufgelöst hat.

Tolai-shan erscheint im Meridian von Su-tshou als eine ziemlich schmale Kette, welche aber, wie das Richthofen-Gebirge, ihre Gipfel hoch über die Schneelinie (hier 4400—4600 M.) erhebt. Er unterscheidet sich von ersterem dadurch, dass an seinem südlichen Rande eine Zone von Gneiss hervortritt. Die Lagerung ist aber nach der Schilderung von Obrutschew eine sehr fremdartige. Hat man von N. her den trennenden Streifen von Gobi-Ablagerungen überschritten, so folgen heftige Faltungen der mächtigen palaeozoischen Serie. Oertlich stellt sich Str. NO. und NNO. ein; dann kehren die Felsarten zum herrschenden WNW. zurück, und endlich liegt das jüngste Glied, flötzführendes Carbon

und Fusulinenkalk, auf dem Gneiss. Der Eindruck, welchen das Profil hervorruft, ist an dieser Stelle weniger der einer Transgression des Ober-Carbon über Gneiss, als vielmehr einer südwärts gerichteten Ueberstürzung der gesammten palaeozoischen Schichtfolge auf den Gneisszug.

Ein zweites Querprofil, beiläufig 50 Werst WNW. von dem ersten entworfen, lässt erkennen, dass der Gneisszug der Südseite bedeutend an Breite zugenommen hat und dass noch in 4530 M. die Gletscher Gneiss von den Gipfeln herabtragen. Hier nimmt, was im N. Nan-shan eine Ausnahme ist, Gneiss an der Bildung der Gipfel Antheil.

Auch dieses Profil nach Obrutschew's Angaben von Norden her verfolgend, trifft man südlich von der trennenden Synclinale von Gobi-Ablagerungen zuerst zwei Streifen von Melaphyr mit Tuff und Breccien, welche palaeozoischen Felsarten aufgelagert sind. Sie entsprechen zwei Staffelbrüchen. Dann folgt die Reihe grosser palaeozoischer Falten des ersten Profiles. Nahe ihrem Südrande besteht der Sattel Tye-daban (4470 M.) aus Ueberkohlensandstein und in der Nähe der Grenze gegen den Gneiss wurden ober- und mittelcarbonische Versteinerungen gefunden. Während aber bis hieher das normale Streichen WNW. bis NW. geherrscht hatte, tritt vor Erreichung der Grenze gegen den Gneiss grosse Unregelmässigkeit, auch Str. NNO. und NS. ein. Der Gneiss ist von Amphibol-Schiefer und von wiederholten eingeschalteten Lagen von Bänderkalk begleitet; Str. NW 295°; Fall. steil NO.

Jenseits der Gneisszone, gegen den Südrand des Tolai-shan erscheint aber nochmals Ober-Carbon, hier mit Porphyr-Tuff (Str. NW. 290—300, Fall. NO. 40°) scheinbar unter den Gneiss fallend.

Der Gneisszug bleibt daher auf die S.-Seite des Tolai-shan beschränkt; zu beiden Seiten desselben ist nicht der tiefere, sondern der höchste Theil der palaeozoischen Serie, das Ober-Carbon, wohl auch Mittel-Carbon sichtbar, und es bleibt späteren Untersuchungen vorbehalten zu entscheiden, ob carbonische ingressive Lagerung mit posthumer Faltung diese Gesteinsfolge

erzeugt hat, oder ob eine noch weiter gehende, etwa schuppenförmige Bewegung der gesammten palaeozoischen Serie anzunehmen wäre.

Tolai-shan ist kürzer als das Richthofen-Gebirge und löst sich, wie gesagt, gegen WNW. in niedrige Rücken auf, welche innerhalb des Bogens, den das NW.-Ende des Richthofen-Gebirges beschreibt, die Oase Tshou-ma-er von der Ebene Sua-dintse trennen.

Die Kette Alexander III. erhebt sich S. von dem breiten und von Schutt erfüllten Thale des Tolai-guan und wird, wie zwei in der Entfernung von etwa 20 Werst gezogene Querprofile lehren, von steil gefalteten unterpalaeozoischen Schichten gebildet, gegen Süd in eine grosse carbonische Synclinale übergehend, welche mächtig entwickelten Ueberkohlen-Sandstein umschliesst. Diese Synclinale ist so breit, dass innerhalb derselben der Ueberkohlen-Sandstein sich in secundären Sätteln erhebt und wahrscheinlich die Gipfel U-ge-shan, die höchsten dieser Kette, zusammensetzt.

Die vierte Kette wurde bisher nicht völlig gekreuzt; sie ist von der vorhergehenden durch das Thal des obersten Su-lei-che getrennt und dacht, wie gesagt, wahrscheinlich gegen Süd in das Längenthal des Buchain-gol ab. Sie wird, soweit sie von Obrutschew erkundet wurde, gleichfalls nur aus palaeozoischen Schichten gebildet. Es scheint, dass die ebenerwähnte grosse, nach Süden überbogene Synclinale, an der sämmtliche palaeozoische Schichten theilnehmen, vom Thale des Su-lei-che schräge geschnitten wird, so dass in OSO. der grösste Theil derselben der Kette Alexander III. angehört, während sie gegen WNW. mehr und mehr über das Thal des Su-lei-che und in die vierte Kette hinübertritt.

Der Bau dieser vier Ketten des Nan-shan von den Oasen von Kansu bis in die Nähe des Thales des Buchain-gol, zeigt daher folgendes. Gneiss ist nur an der Südseite des Tolai-shan sichtbar. Das ganze übrige Gebirge besteht aus palaeozoischen, eng gefalteten Sedimenten. Nahe dem Nordrande sind Anzeichen einer Ueberfaltung gegen N. kennbar; im Innern des Gebirges sieht man steile Stellung oder Bewegung gegen Süd. Den Gneiss-

zug begleitet nicht, wie die normale Folge voraussetzen liesse, das tiefste Glied der palaeozoischen Reihe, sondern das Ober-Carbon.

Wir kehren nun, dem Laufe des oberen Su-lei-che folgend, in den NW.-Theil des Nan-shan zurück.

Da-sjue-shan ist ein hoher Gebirgszug, welcher sich gegen OSO. entweder unmittelbar in das Gebirge Alexander III. fortsetzt, oder als selbständiger Zug zwischen diesem und der nächstfolgenden vierten Kette erhebt. Er bildet den S.-Rand der Ebene Sua-dintse. Seine Richtung ist erst WNW., dann OW. und endlich 265° WSW. An dem Scheitel dieses flachen Bogens bildet er Obrutschew's Pik Poworotnii (Pik der Wendung), in welchen in der Richtung NW. der Fluss Da-kun-tse sein Bett gegraben hat. In diesem Einschnitte des Pik's Poworotnii fand Obrutschew Kohlenkalk, Devon und mächtige Massen von Thonschiefer, sämmtlich nach NW. überstürzt, dann hoch oben eine Spur von eingeklemmtem flötzführendem Carbon und metamorphische Schiefer.

Die überstürzte Schichtfolge streicht rechts vom Flussbette WNW. 290—315 und links von demselben ONO. 50—65°, so dass eine scharfe Knickung aus der WNW.-Richtung des Nan-shan in die ONO.-Richtung des Anembar-ula vorhanden ist. Weiter gegen West, im Flussbette des Chai-chiche, an der Westseite des Pik Poworotnii, tritt nochmals die Nan-shan-Richtung WNW hervor. Der Bau des Pik Poslednii, welcher zum Ende des Shi-bao-shan hinzieht, ist mir nicht bekannt.

An der Südseite des Gebirges stellen sich Diabas, Porphyr, Hornblendegranit und Fleckschiefer ein. Sie bilden den Chreb. Besimanii (das ungenannte Gebirge) und hier tauchen alter Quarzit und Amphibolit-Schiefer hervor mit Str. NO. 75, vielleicht als Vorläufer des Baues, welchen der nächste Zug, Je-ma-shan, zeigt.

Je-ma-shan ist eine Ausnahme unter den Ketten des Nan-shan. Schon die äussere Gestalt zeigt die abweichende Richtung NO 80°; die Kette ist kürzer als die anderen, mit stumpfen Gipfeln, welche die Schneelinie nicht erreichen. Sie besteht durchwegs aus archaischen oder doch sehr alten Felsarten, aus Gneiss und Granit, Chlorit- und Amphibolit-Schiefer und altem Quarzit. Das Streichen derselben schwankt zwischen NO. 52° und NO. 80°.

Je-ma-shan ist demnach eine zwischen den Aesten des Nan-shan aufragende Kulisse des Anembar-ula.

Die Humboldt-Kette ist viel höher als Je-ma-shan. Sie kehrt nicht nur in ihrem äusseren Verlaufe und in dem Streichen ihrer Felsarten zu der Richtung WNW. bis NW. des Nan-shan zurück, sondern sie vollzieht auch noch deutlicher als die nördlicheren Ketten in weitem Bogen die Schwenkung zum Altyn-tag, dessen längste und wichtigste Kulisse im Meridian von Sa-tshou, d. i. in beiläufig 95° ö. L., mit der Humboldt-Kette verbunden ist.

Gegen NO. ist die Humboldt-Kette von dem breiten Längenthale des Shara-gol begleitet. Gegen NW. durchschneidet der Shara-gol das Gebirge in der Nähe von Baigur, wo von ONO. her eine Kulisse sich an den Altyn-tag schliesst, welche einer Beugung des Da-sjue-shan entsprechen könnte; dann kreuzt der Shara-gol den oft erwähnten Gneisszug San-sjan-tsy und erreicht den See Chalatshi. Sein Thal ist NO. von Humboldt so breit, dass Littledale, erstaunt von der Höhe herabschauend, schrieb, von ferne erscheine es, als sei Nan-shan überhaupt mit Humboldt nicht in Verbindung, zwischen beiden sehe man eine breite Ebene, kaum merkbar ansteigend.[70]

Obrutschew hat das Humboldt-Gebirge am Ulan-daban (96° ö. L.) überschritten. Vor dem N.-Fusse desselben erhebt sich ein paralleler Rücken von rothen, gypsführenden Gobi-Ablagerungen, gegen das Hochgebirge, d. i. gegen SW. geneigt und in Farbe und Gestalt einem grossen Ziegeldache vergleichbar. Den N.-Fuss der Humboldt-Kette bilden Syenit-Porphyr, Diorit und wahrscheinlich auch Granit. Bald folgt mächtiger grauer Schiefer mit Sandstein, von Obrutschew als metamorphisch bezeichnet und zum grössten Theile ein Thonglimmerschiefer. Er ist in steile Falten gelegt, Str. NW. 310—320, und ihm liegt discordant röthlichgrauer und rother Sandstein mit Schiefer-Lagen auf, welcher zum Ueberkohlen-Sandstein gezählt wird. Diese discordante Serie ist gleichfalls und in ähnlichem Streichen gefaltet und bildet eine Scholle am Nordfusse, dann eine breite Synclinale in der Gegend des Passes Ulan-daban und eine zweite Synclinale innerhalb des südlichen Gehänges. Von ferne sieht man daher, sagt Obrutschew,

steilgeneigte rothe Massen auf grauer Unterlage, und von noch grösserer Entfernung nur ein rothes Gebirge.

Auf diesem Durchschnitte liegen Goldwäschen; sie mögen wohl aus den Quarzgängen in dem Thonglimmerschiefer ihren Reichthum nehmen. Da Goldwäschen am Humboldt-Gebirge ziemlich weit gegen OSO. und zugleich gegen WNW. bis in das Gebiet der Beugung zum Anembar-ula bekannt sind, darf vermuthet werden, dass diese metamorphischen Schiefer auf eine grosse Strecke an der Zusammensetzung der Humboldt-Kette theilnehmen.

Die Kette ist im Süden, ganz wie im Norden, von einem Rücken von Gobi-Ablagerungen begleitet; sie sind auch hier, wenn auch nur flach, gegen die Kette, daher NNO. geneigt.

Das im Süden dem Humboldt-Gebirge folgende Längenthal des Chaltyn-gol wird eingeengt durch die Vorhöhen des Rückens Tsagan-golu (auch Tsagan-Obotu); hier ist der metamorphische Schiefer so reich an Quarz, dass der Schutt von Schnee bedeckt zu sein scheint.[71]

Das sehr hohe Ritter-Gebirge ist in der Hauptsache eine der parallelen Kulissen des Nan-shan. Gegen WNW. geht es in zwei Höhenzüge aus, welche gegen die Ebene Syrtyn ausflachen. Der erste derselben ist der eben genannte Tsagan-golu und der zweite, mächtigere heisst Dachyn-daban.

Der metamorphische Schiefer des Tsagan-golu streicht ONO. und erreicht NO. 65°, so dass die Richtung der Felsarten abweicht von der OW.-Richtung des Höhenzuges und dieser Ast des Ritter-Gebirges gegen Syrtyn hinaus eine gekrümmte Aufbeugung gegen ONO. erkennen lässt. An seiner Südseite tritt Hornblende-Granit mit Porphyr-Gängen hervor.

Dachyn-daban zeigt Str. NW. 295 bis 340; am N.-Fusse sieht man Kohlenkalk, gegen S. geneigt, als den Beginn einer grossen Synclinale der höheren Glieder des Carbon; auf der Höhe des Ueberganges selbst (4360 M.) liegt Ober-Carbon mit Product. fasciatus, Aviculopecten u. And. Der höchste Theil des Gebirgszuges, S. vom Uebergange gelegen, ist eine steile Anticlinale des neuerdings hervortretenden Kohlenkalkes; es

folgt eine zweite Synclinale der höheren Glieder, welche abschneidet gegen steil gestellte metamorphische Schiefer.

Mit diesen ist der Rand eines breiten Längenthales erreicht, welches das Ritter-Gebirge im Süden begrenzt. Es wird von Obrutschew als das wüste Thal (Pustynnaja dolina) bezeichnet und ist eines jener Kulissen-Thäler, welche von OSO. her aus dem Nan-shan in die Ebene Syrtyn münden. Südlich von dem wüsten Thale tritt ein von untergeordneten Querthälern durchschnittener Zug hervor, welcher verschiedene Namen (Bomyn-ula, Tsaidamin-ula, Kaktyn-daban) trägt und von Obrutschew das Muschketow-Gebirge genannt wird. Es ist von grosser Bedeutung für die Kenntniss des Nan-shan. Gegen OSO. ist es durch den Airik-chetren-ula verbunden mit dem mächtigen Süd-Kukunor-Gebirge und gegen WNW. schliessen sich weitere Kulissen, namentlich Syrtyn-Machain-ula, an, welche jedoch die Ketten des West-Kuen-lun nicht völlig erreichen. Daher wird Syrtyn nicht völlig von der Ebene Tsaidam abgeschlossen.

Dem Muschketow-Gebirge folgt gegen Süd ein Längenthal, zusammengesetzt aus vielen Stücken von Kulissen-Thälern, daher bald weit und bald verengt, die See'n Iche- und Baga-Tsaidamin umfassend und gegen Süd von Tsaidam unvollständig abgetrennt durch eine Reihe von kürzeren, schrägen Kulissen, welche Obrutschew als die Nord-Tsaidam-Ketten bezeichnet.

Auf diese Art erkennen wir S. vom Ritter-Gebirge das wüste Thal, hierauf Syrtyn-Machain-ula, Muschketow, Airik-chetren-ula bis Süd-Kukunor, dann das Kulissen-Thal mit den Tsaidamin-See'n, ferner die Zone der Nord-Tsaidam-Kulissen, endlich die Ebene Tsaidam. Alle diese genannten Ketten S. vom Ritter-Gebirge sind von den nördlichen Ketten durch das ausgedehnte Hervortreten der ältesten Felsarten ausgezeichnet. Die meisten und wichtigsten derselben sind Gneissketten, begleitet von einem breiteren oder schmaleren Saum von palaeozoischen, und zwar zumeist, doch nicht ausschliesslich carbonischen Schichten. Meistens sieht man deutliche Ueberschiebung gegen SW., d. i. in die Richtung der Ebene Tsaidam. Ulan-udsur, eine Kulisse, welche aus der N.-Tsaidam-Zone zwischen die beiden Tsaidamin-See'n eintritt, ist in zwei Schuppen überschoben.

Trotz der bedeutenden Verschiedenheit zwischen den vorwaltend aus palaeozoischen Sedimenten aufgebauten Ketten des Nordens, welche uns nur am Südfusse des Tolai-shan und in dem abweichend streichenden Je-ma-shan ein grösseres Hervortreten von Gneiss zeigten, und andererseits den Gneissketten im Süden des wüsten Thales, kann dieses Thal doch nicht als eine scharfe Grenze angesehen werden. Es ist viel mehr nach Obrutschew's Angaben aus den Flussgeschieben zu vermuthen, dass das Hervortreten des Gneiss bereits nördlich von demselben, am Süd-Abhange des Ritter-Gebirges, beginnt.

Schaarung von Nan-shan und dem Jarkend-Gebirge. Nachdem wir der Führung Obrutschew's bis an den NO.-Rand von Tsai-dam gefolgt sind, mag der Versuch gewagt werden, die Beziehungen des W.-Nan-shan zu dem Anembar-ula, d. i. zu dem östlichen Theile des grossen Bogens zu erörtern, welcher das Becken des Jarkend-darja umgibt.

Zu diesem Zwecke beginnen wir wieder in der Gegend des Lob-nor und des Chalatschi.

An dem Südrande des Bei-shan, dessen Richtung hier WNW. und OW ist, sind keine Anzeichen von Beziehungen zum Anembar-ula bekannt.

Der Gneisszug San-sjan-tsy gehört, wie schon Prjewalski sagte, zum Anembar-ula. Er erreicht ONO. von An-si den Süd-Fuss des Bei-shan, ohne in die Richtung desselben einzulenken. Beide bleiben sich fremd. Anders ist es mit den folgenden Zügen.

Lun-shan, dessen Richtung WNW. ist und welcher, dem Nan-shan parallel, die Oasen von Kansu von der Wüste Ala-shan trennt, beugt sich aus WNW. etwa von Su-tshou an allmählich völlig in die Richtung WSW. des Anembar-ula und erreicht mit dieser Richtung im Meridian von Jui-myn-sjan den N.-Rand des Richthofen-Gebirges, zugleich das Gebiet der Oasen von Kansu gegen NW. abgrenzend.

Das weit mächtigere Richthofen-Gebirge vollführt W. vom mittleren Su-lei-che denselben Bogen aus WNW. nach WSW. und verfolgt als Shi-bao-shan durch eine Strecke die Richtung des Anembar-ula. Tolai-shan flacht aus, bevor er die Beugung

ausführt; hiedurch wird der innerhalb der Beugung von Richthofen gelegene Raum getheilt in die Oase von Tshou-ma-er und die Ebene von Sua-dintse.

Da-sjue-shan reicht weiter gegen WNW. und erleidet im Pik der Wendung eine plötzliche Knickung aus der Richtung des Nan-shan in jene des Anembar-ula. Etwas weiter im Westen kehrt das Streichen als Sigmoide nochmals in die Nan-shan-Richtung zurück; ob nochmalige Beugung vor der Begegnung mit Shi-bao-shan nachfolgt, ist nicht bekannt, aber nach dem Verlaufe des äusseren Randes des Anembar-ula und der Höhen bei Baigur ist es wahrscheinlich.

Je-ma-shan ist eine gegen O. vortretende, aus alten Felsarten bestehende Kulisse des Anembar-ula.

Humboldt beugt sich völlig zum Hauptzuge des Anembar-ula. Die Beugung ist aber weit flacher und offener als in den nördlichen Ketten. Darum ist auch die umschlossene Ebene Syrtyn breiter und grösser als die Räume innerhalb der nördlichen Bogen.

Die beiden NW.-Aeste von Ritter sind nicht lang genug, um die Beugung zu vollziehen und beide verschwinden in ähnlicher Weise in der Ebene Syrtyn, wie Tolai-shan am Südrande von Tshou-ma-er.

Selbst die lang gestreckte Kulisse Syrtyn-Machain-ula, welche die WNW.-Richtung von S.-Kukunor und Muschketow fortsetzt, erreicht nicht mehr völlig den Anschluss an den Altyn-tag. Dasselbe gilt von den Kulissen von N.-Tsaidam. Auf diese Art bleibt die Ebene Syrtyn mit Tsaidam verbunden.

Ein langes und sehr merkwürdiges Kulissen-Thal, das von Prjewalski entdeckte Thal der Winde, verbindet Tsaidam mit der Niederung des Jarkend-darja und erreicht die letztere etwas S. von 38° n. Br. Obwohl dieses Thal das ganze Gebirge durchschneidet, hat es der grosse Reisende als ein Längenthal bezeichnet. Im Westen tritt aus demselben der Tschertschen-darja hervor; dann erhebt sich die Thalsohle und erreicht 12.900 Fuss; gegen den See Gass sinkt sie wieder auf 9300 Fuss herab.[72]

Die von Bogdanowitsch entworfenen Leitlinien des W.-Kuenlun zeigen aber, dass auch hier dieselben Beziehungen zwischen

den östlichen und den westlichen Gebirgszügen herrschen, wie weiter im Norden. Der Winkel, welchen gegen den See Gass hin einerseits Tshimen-tag als Vertreter von W.-Kuen-lun und andererseits Süd-Tsaidam als Vertreter von Nan-shan bilden, ohne sich zu berühren, lässt diess deutlich erkennen. Die dem Nan-shan entsprechenden Ketten aber vollziehen auch hier einen ähnlichen Bogen, wie etwa Humboldt; so wendet sich S.-Tsaidam (WNW.) gegen Dimnalik (WSW.) und die Columbus-Kette (Nargun-ulan) zum Ajalik-tag und zum Tokus-dawan, und so geschieht es, dass das Thal der Winde von parallelen Kulissen der Richtung WSW. eingeschlossen wird. So wird auch das hochliegende Gebiet der See'n Kum-kul bogenförmig gegen N. abgeschlossen.

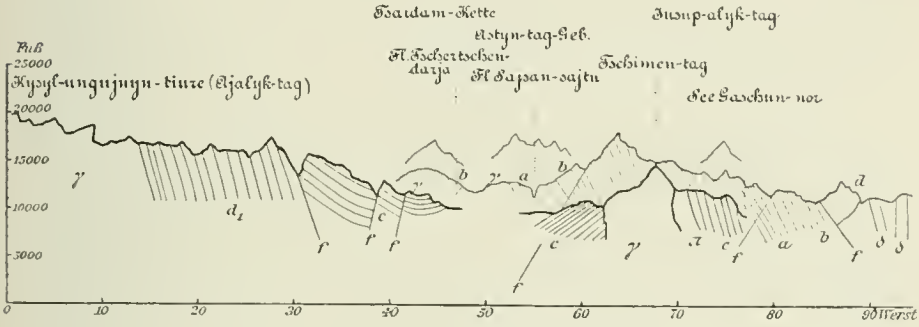


Fig. 11. Das Thal der Winde (nach Bogdanowitsch).

a, *b* = Gneiss und krystallinische Schiefer; γ = Granit; δ = Diabas, Diorit etc.; π = Porphyr; *d*, d_1 = Devon; *c* = Carbon; *f*, *f* = Brüche.

Eines der Profile, welche Bogdanowitsch über den W.-Kuen-lun gezogen hat, kreuzt das Thal der Winde. Hier besteht die erste, nördlichste Kette, Altyn-tag, aus Devon mit Granit-Stöcken, ganz wie weit in SW. die russische Kette. Die zweite Kette, Jussup-alyk-tag mit Tshimen-tag zusammenhängend, ist ein mächtiger Gneisszug. Das Thal der Winde entspricht einer Synclinale von Carbon. Dieses Profil, weiter im Westen gegen S. fortgesetzt, trifft zuerst den Gegenflügel des Carbon, hierauf steil gestelltes Devon, dann den grossen Granit-Stock Kysyl-unguinen-tjure, welchem wieder Devon folgt. Jenseits desselben erhebt sich der Ajalik-tag, auf welchem Bogdanowitsch in grosser Höhe mittel-devonische Korallen traf und dann sinkt das Gebirge zu der Weitung des Ajag-kum-kul, d. i. auf etwa 13.000 Fuss

herab. Jenseits dieser Weitung streicht OW. das hohe Prjewalski-Gebirge (Akka-tag).[73]

Sowie aber Tshou-ma-er und Sua-dintse eine Wiederholung des Raumes innerhalb der Pestraja Grjada, so ist der Raum S. von Dasjue-shan, aus dem sich der Je-ma-shan erhebt, eine Wiederholung von Tshou-ma-er und Sua-dintse; Syrtyn innerhalb des Bogens von Humboldt ist die Wiederholung des letzteren Raumes; Tsaidam ist eine Wiederholung von Syrtyn, und die hochliegende Weitung der See'n Kum-kul ist eine Wiederholung von Tsaidam.

Indem W.-Kuen-lun und Nan-shan sich südwärts von einander entfernen, rücken diese Räume mehr und mehr gegen Südwest, und zugleich flachen die Bogen aus. Der Scheitel des Bogens des Lun-shan liegt zwischen 98° und 99° ö. L.; jener von S.-Tsaidam dagegen zwischen 89° und 90°; in der Prjewalski-Kette ist er weit ausgeflacht.

Viele Ketten des Nan-shan, wie Tolai-shan, Ritter und N.-Tsaidam, erreichen die Beugung zum W.-Kuen-lun nicht. Aber alle diese NW. oder WNW. strebenden Ketten sind Nan-shan-Ketten und nicht Ketten des W.-Kuen-lun. Diese letzteren streben zur Umrandung des Beckens des Jarkend-darja und zum Mustag-ata, die ersteren aber nach Ostsüdost.

Jede Kette des Nan-shan, welche sich auf eine gewisse Entfernung dem Rande der Niederung des Jarkend-darja nähert, wird abgelenkt in der Richtung des Bogens des W.-Kuen-lun und wird zu einem Gliede des letzteren. Nicht unpassend spricht Bogdanowitsch von den ‚eingezogenen Enden' einzelner Ketten des W.-Nan-shan.

Das Verhältnis beider Gebirge zu einander ist jenem ähnlich, welches am Jhelum beschrieben worden ist (I, 544, Taf. IV). So gut wie dort einzelne Falten aus dem Gebiete des Himálaja in jenes der Ketten von Iran übertreten und ein einspringender Winkel die Linie der Begegnung zweier Bewegungs-Richtungen bezeichnet, ist es auch hier der Fall und der wesentlichste Unterschied besteht darin, dass hier der westliche Theil weniger entwickelt ist und dass durch das Auseinandertreten beider Theile die Schaarung rascher gegen Süden ausflacht.

Allerdings mag es demjenigen, der gewohnt ist, die Continuität der Falten als eine Grundlage der Eintheilung anzusehen, schwer fallen, die beiden Hälften eines ununterbrochenen Faltenzuges, wie etwa Anembar-ula und Humboldt, so verschiedenen Gebirgsgruppen, wie W.-Kuen-lun und Nan-shan zuzuweisen, aber diese Continuität bedeutet nur eine gewisse gegenseitige Abhängigkeit in der Faltenbildung. Bogdanowitsch hat für wahrscheinlich gehalten, dass in beiden Gebieten die Faltenbildung gleichzeitig gewesen sei. Diess gilt gewiss für die jüngsten Bewegungen, aber es gibt Spuren eines tiefer eingreifenden Einflusses des W.-Kuen-lun, welche heute noch nicht völlig zu überschauen sind. Schon Lóczy erwähnt ‚gitterartig sich kreuzende Streichrichtungen' im Nan-shan[74]; hier wurden nach Obrutschew die Knickung oder scharfe Sigmoide im Pik der Wendung des Da-sjue-shan, der abweichende Bau des Je-ma-shan und anderer von dem Gebiete der Schaarung entfernter Stellen, z. B. im Tolai-shan erwähnt, an welchen ziemlich unvermittelt mitten im Nan-shan die ONO.- oder NO.-Richtung des W.-Kuen-lun hervortritt. An einem besonders auffallenden Beispiele im Gebiete des Da-che im Richthofen-Gebirge zeigt Obrutschew, dass Ueberkohlen-Sandstein, Str. NW. 290° bis 305°, Fall. steil SW., sich knieförmig umbiegt in Str. NO. 40°, Fall. steil NW., um bald wieder in die frühere Richtung und Neigung zurückzukehren.[75] Dieses ist eine windschiefe Sigmoide, in welcher mit dem Streichen sich die Neigung ändert. In einem anderen Falle, im östlichen Richthofen-Gebirge, scheinen Abweichungen von WNW. bis OW. und NO. in altpalaeozoischen Schichten vorhanden zu sein, welche im Ueberkohlen-Sandstein fehlen.

Blicken wir nun zurück.

Alle genannten Gebirgsketten zerfallen in zwei Gruppen. Die erste streicht WNW. bis NW. und die zweite ONO. Sie sind in vielen Fällen bogenförmig mit einander verbunden.

Die erste Gruppe bilden Lun-shan, alle Ketten des Nan-shan mit Ausnahme von Je-ma-shan, dann auch Süd-Tsaidam, Marco-Polo u. And.

Die zweite Gruppe besteht aus San-sjan-tsy, dem Gneiss von Tsha-tien mit der Pestraja Grjada, Shi-bao-shan, Je-ma-shan,

Anembar-ula, Altyn-tag, Tshimen-tag; ferner Dimnalik, Tokus-dawan, russische Kette u. s. f.

Die erste Gruppe schliesst sich durch Lage und Richtung an Tian-shan und Bei-shan.

Die zweite Gruppe ist zum W.-Kuen-lun zu rechnen und bildet einen Theil der Umrandung des Beckens des Jarkend-darja.

Die Altaiden. Man mag irgend einen einzelnen Gebirgszug, wie den Kaukasus, die Karpathen, die Pyrenäen oder die Appalachien ins Auge fassen und sich die Frage vorlegen, ob sein Bau ein symmetrischer oder ein asymmetrischer sei, nach welcher Seite sein Vorland liege, ob er in mehrere Kulissen zertheilt sei u. s. w. Die einzelnen Höhenzüge des alten Scheitels gestatten eine solche Prüfung nicht. Sie verdanken ihre äussere Gestalt wie ihren Bau einem sehr allgemeinen und ausgedehnten Vorgange der Faltung und nachträglicher disjunctiver Dislocation, vielleicht auch in einzelnen Fällen besonders langen Granitzügen, welche sich im Relief bemerkbar machen. Im Osten, z. B. am Gasimur, wo discordantes Devon gefaltet ist, mag posthume Faltung hinzugetreten sein.

Auch bei Ketten, welche der ersten Gruppe angehören, sieht man in der Regel lange Fortsetzungen im Sinne des Streichens und man bemerkt die Hemmnisse, welche die Entwicklung der Falten eingeengt haben. Aber bei den Gebirgen des Scheitels ist das Maass der Selbständigkeit weit geringer. Man sieht im Grossen die Spuren von Rückfaltung gegen das Amphitheater und in noch viel grösserem Maasstabe den Fortgang der gemeinsamen Faltung gegen aussen, nämlich gegen Süd-Ost, Süd und Süd-West.

Die Allgemeinheit und die Andauer der faltenden Bewegung verrathen sich nicht nur in der Mitte des alten Scheitels durch die hufeisenförmigen Falten der Angara-Serie. Dasselbe wiederholt sich in Minussinsk. Auch ausserhalb des Scheitels, unter der oberen Amur-Ebene und in der Mandschurei, allenthalben besitzen auch die Ebenen zwischen den Gebirgsketten mehr oder minder deutliche Spuren von Faltung. Diese Spuren können bis in die Gobi-Ablagerungen hinaufgreifen.

Bei so grosser Ausbreitung der Bewegung kann es sich bei der Aufsuchung der Leitlinien im Wesen doch nur darum handeln, das Gebiet des Ursprunges dieser allgemeinen Bewegung zu finden. Ich sage, das Gebiet des Ursprunges, denn so wenig wir auch noch von der genaueren Structur des alten Scheitels kennen, ist doch heute schon sichtbar, dass der Ausgang weder von einem Punkte, noch von einer geraden Linie aus erfolgt, sondern wahrscheinlich von einem bogenförmigen Gebiete, mit Convexität gegen Süd, welches die baikal'sche und die sajan'sche Richtung verbinden möchte.

Es gibt aber in Inner-Asien andere Gebirgsketten, hoch aufragend in die Schneeregion, jünger als der alte Scheitel und von abweichender Richtung. Sie sind zuweilen so dicht gedrängt, dass auf weite Strecken ihre Thalböden die absolute Höhe von 4000 M. und noch mehr behaupten, und dass sie gewaltige, gemeinsame Erhebungen darstellen, über welchen die relative Höhe der Schneegipfel eine verhältnissmässig geringe ist. Der mittlere Kuen-lun ist dafür ein Beispiel. Aber wo immer diese gewaltigen Gebirgsmassen von tiefen Querthälern durchschnitten sind, wie z. B. zwischen Min-tshou und dem rothen Becken, bemerkt man doch nur gedrängte Falten, und wenn der ganze mittlere Kuen-lun abgetragen wäre bis zur Meeresfläche, so würde er auch kein wesentlich anderes Bild darbieten wie der alte Scheitel, nämlich zahlreiche parallele Falten, da und dort unterbrochen durch die breiter gewordene Grundlage einer granitischen Masse. So ist auch die östliche Gobi ein Meer von mehr oder minder abgetragenen Falten.

In diesen gedrängten Faltensystemen besitzen auch die einzelnen Ketten nicht jenen Grad von Individualisirung, welchen man bei dem Kaukasus und ähnlichen Ketten antrifft, und so kommt es, dass wir z. B. im Nan-shan hinter einander Ketten bald von Gneiss und bald von sedimentären, z. B. carbonischen Sedimenten treffen, welche man begreift, sobald sie als zusammengehörige Wellen einer gemeinsamen Bewegung aufgefasst werden, deren verschiedenartige Zusammensetzung aber unverständlich wird, sobald man sie gesondert betrachten will. Diese Gemein-

samkeit der Bewegung bringt es mit sich, dass innerhalb dieser Ketten der Gegensatz zu einem fremden und anders gebauten Vorlande fehlt, welcher in den Alpen und im Himálaja vorhanden ist. Es ist der Unterschied zwischen den Wogen der offenen See und der Brandung am Ufer.

Am 3. Mai 1886 hat Tscherski in einem merkwürdigen und den damaligen Anschauungen weit voraneilenden Vortrage seine Ansichten über den Bau von Inner-Asien bekannt gemacht.[76]

Nachdem er die Convergenz der baikal'schen und sajan'schen Faltenzüge gegen das Gebiet des südlichen Baikal erfasst hatte und ihm die bogenförmige Anordnung dieser weiten Gebirgsstrecken deutlicher geworden war, meinte er, dass die Grenze dieses Bogens gegen West ungefähr in 54° n. Br. am oberen Kan, nämlich an der Grenze von Ost- und West-Sajan, zu suchen sei. Von hier an herrsche wieder die der sajan'schen entgegengesetzte Richtung gegen WSW. und SW. Dieser folge nicht nur der West-Sajan, sondern auch der westliche Altai bis fast 50° herab, namentlich Kusnetzkii Alatau und Salaïr. Am Flusse Buchtarma und am Irtysch gegen Semipalatinsk trete wieder die Wendung gegen WNW. ein.

An einer späteren Stelle scheint Tscherski nicht zwei, sondern drei nach Nord concave Bogen zu unterscheiden, und zwar den baikal'schen, den sajan'schen (worunter hier der West-Sajan verstanden ist) und den altai'schen Bogen.

Tscherski's Blick reichte aber noch weiter. Er hatte Kenntniss erhalten von dem kurz zuvor geführten Nachweise, dass die Züge des Tian-shan nach Europa fortsetzen. Sofort erkannte er, dass Tarbagatai, Borochoro und alle die langen Züge des Tian-shan der Richtung der Gebirgszüge am Irtysch folgen. ‚Es scheint daher,' sagt Tscherski in einer Anmerkung, ‚als ob die faltenbildenden Kräfte, sich allmählich von Osten nach Westen verschiebend, immer neuere Ablagerungen in Angriff genommen hätten.'

Gewiss sieht man, dass gegen Aussen hin und folglich auch gegen West immer jüngere Meeresablagerungen an dem Baue der eurasiatischen Falten theilnehmen. Deutlich erkennt man auch im Innern die Anzeichen hohen Alters. Die Falten archaischer

Gneisse am Baikal-See sind in vorcambrischer Zeit gebildet und abgetragen worden und der alte Scheitel hat im Westen als ein Horst, oder, wie Tscherski sagt, als ‚eine unbewegliche Wand' die weitere Ausbildung der östlichen Zweige des Altai gehemmt. Aber das hat nicht gehindert, dass im Amphitheater von Irkutsk, also innerhalb des von den vorcambrischen Falten und ihrem alten Abbruche umgrenzten Raumes, posthume Falten entstanden sind, und dass weit draussen am Gasimur und bei Urga discordante devonische und vielleicht noch jüngere Sedimente in grosse, dem alten Scheitel gleichsinnige Falten gelegt worden sind.

Wir wollen daher bei der Beurtheilung des gegenseitigen Alters dieser grossen Einheiten der Erdoberfläche die Bezeichnungen ‚älter' oder ‚jünger' nur etwa in jenem Sinne gebrauchen, in welchem sie bei dem Vergleiche des Alters lebender Personen verwendet werden.

In dem Augenblicke, in welchem dieser Standpunkt festgehalten wird, richtet sich die Frage weniger nach dem Ende, als nach dem Beginne der einzelnen tektonischen Vorgänge. In diesem Sinne hat wirklich die von Tscherski vermuthete Verlegung gegen West stattgefunden.

Die muthmaassliche Axe der Verengung der archaischen Falten innerhalb der überstürzten Synclinale von Olchon fällt im Primorskii Chrebet in die Nähe der Buguldejka und ganz beiläufig in die Nähe von Merid. 106.

Die Einengung der posthumen Falten der Angara-Serie innerhalb des Amphitheaters kann ebenso ganz beiläufig in Merid. 101 gesetzt werden.

Die Wendung der hufeisenförmigen devonischen Falten von Minussinsk, am Jenissei unterhalb der Tuba, mag mit Merid. 91 bezeichnet werden.

Will man die Beugung des Altai in der Bjelucha in Vergleich setzen, so ergibt sich für die Mitte derselben etwa Merid. 87°.

Der Altai richtet sich auf im Westen des alten baikal'schen Scheitels und des Zwischengebietes von Minussinsk als ein selbständiger, jüngerer Scheitel. Nach Osten und Süden ist seine Entwicklung gehemmt. Sein bedeutendster

östlicher Zweig, Kusnetzkii Alatau, geht wahrscheinlich aus der Gegend nördlich von der oberen Katunj hervor; er zieht östlich vom Teletzk'schen See vorüber und erreicht in sehr flachem Bogen die Ebene östlich von der Stadt Tomsk. Wahrscheinlich liegen im Südosten vor diesem Zweige noch leicht divergirende Aeste, welche bis zum Saksar und zum Izych bei der Stadt Minussinsk reichen mögen. Diese ganze äussere Region des Altai vollzieht im Süden einen Bogen. In der Mitte dieses Bogens befinden sich die höchsten Gipfel. Der westliche Theil zeigt am Irtysch Str. NW., aber eine Grenze des jüngeren Scheitels ist nach Südwesten nicht anzugeben.

Um ein annäherndes Bild der Gestaltung zu geben, welche sich hier entwickelt, stellen wir uns vor, der ganze im Südwesten vorliegende Theil Asiens sei von Wasser bedeckt. Vom Irtysch her oder vom Tarbagatai erfolge ein Anstoss, und zwar in der Richtung gegen Südwest. Zahlreiche und lange Wellenberge entstehen hintereinander; sie sind anfangs mehr oder minder convex gegen Südwest, wie die Aeste des Tian-shan es zeigen. Sie breiten sich aus und verlängern sich und entfernen sich von einander, wo sie Raum finden, wie am Tschu und Ili. Sie drängen sich zusammen, und häufen sich und thürmen sich auf, wo der Raum enger wird, wie im Nan-shan. Sie ziehen bald starr und gerade an Hindernissen vorüber wie im Tsin-ling-shan, fortwährend seitliche Verlängerung suchend, oder sie werden durch die Hindernisse gebeugt und abgelenkt. Anfangs bleibt gemeinsam die vorherrschende Richtung NW. bis WNW. Diese Falten oder Wellen fassen wir zusammen als die Altaiden.

In Europa sind Faltenzüge eingebrochen und innerhalb der umrahmenden Horste sind neue Faltenzüge entstanden. Aehnliches vollzieht sich in Asien, doch sind es hier nicht peripherische Ketten, welche einsinken, sondern Theile eines alten Scheitels.

Nun sind die weiteren Folgen aufzusuchen.

Anmerkungen zu Abschnitt V: Altai und die Altaiden.

[1] Durch die Zusammenfügung der unter Leitung von A. A. Inostranzew hergestellten geolog. Karte der zwischen dem unteren Tom und dem Ob gelegenen Landstriche, welche den Travaux de la Section géol. du Cabinet de Sa Majesté, III, Petersb. 1898 beigelegt wurde, mit der im gleichen Maasstabe ausgeführten geolog. Karte von Theilen der Bezirke von Tomsk und Mariinsk von Krasnopolski, Djel. Dor. 1898, XIV, wird eine volle Uebersicht dieser Gegend gegeben.

[2] A. Derjawin, Djel. Dor. 1896, I, p. 83 u. folg., Karte; A. Saitzew, ebendas. 1896, V, p. 95 u. folg.; Uebersichtskarte auf p. 97; G. G. v. Peetz, Travaux Cab. 1896, I, p. 97—197, u. insb. Derjawin, Trav. Cab. 1898, III, p. 9—29.

[3] Derjawin, Trav. Cab. 1898, III, p. 22. Die bei der Stadt Tomsk gefundenen Versteinerungen gehören zum Devon.

[4] A. A. Inostranzew, Trav. Cab. 1898, II, p. 1—117; insb. p. 16 u. 18.

[5] Derjawin, Geol. Untersuch. im Gebiete des Tom; Gorn. Journ. 1893, II, p. 110 u. folg; dess. Djel. Dor. 1896, I, p. 75 u. folg.; Inostranzew, Trav. Cab. 1898, II, insb. p. 5 u. folg.; auch B. Cotta, Der Altai, sein geol. Bau und seine Erzlagerstätten; 8°, 1871, Karte (bezieht sich auf N. Salaïr), und Nesterowski, Descript. géol. de la partie NE. de la chaîne du Salaïr; Ann. soc. géol. de la Belgique, 1875, II, p. 12—33, Karte.

[6] Diese Beugung um das Ende des Salaïr und das Hervortreten der Carbon-Ablagerungen von Kusnetzk sind eingehend beschrieben von Polenow, Trav. Cab. 1897, II, p. 98—130.

[7] Krasnopolski, Djel. Dor. 1898, IX, p. 58—73, und Jaworowski, ebendas., p. 85—108, Karte, und Krasnopolski, ebendas. 1898, XIV, p. 1—96, Karte.

[8] P. de Tchihatchew, Voyage scientif. dans l'Altai orient.; 4°, Paris, 1845, Atlas, p. 324, 403.

[9] Malewski, Bericht üb. d. Wanderung über d. SO. Grenze der Altai'schen Gebirge im Laufe d. Jahres 1869; Gorn. Journ. 1870, II, p. 72—95, geol. Karte; p. 78: Oberhalb Ussun Tabata (obere Buchtarma) Hornblendeschiefer, Str. NO.; — p. 79: chines. Piket Tschindagatna ist Granit, der benachbarte grosse Goletz ist Diorit; auf der Wasserscheide der Buchtarma dunkler dioritartiger Schiefer, auch Glimmer-, Thon- und Chloritschiefer, unregelmässige Lagerung; Fall. 77° NNO. (= Str. OSO.); — p. 83: Vorberge des Kurtschum'schen Rückens; kieselreicher Schiefer, Str. NO; — p. 84: Schiefer ziehen sich nach N. u. NO.; Quelle des Oichor, chinesischer Grenzstein Suak Ulan-doba (2828 M., O. von 88° ö. L.); — p. 85: Diorit und Diorit-Schiefer, auch Porphyr. Grenzzeichen Zogan-borgasu, Thonschiefer, Kalk, Feldspath-Gesteine; Str. des Schiefers N.; hier geht die Strasse nach Kobdo und Uljassutai; — p. 85: Piket Suok (O. v. 89° ö. L.) Diorit und Dioritschiefer, auch Thonschiefer, meist stehend, Str. NO; — p. 87: Piket Kak-

nor (2520 M., hier wendet sich das Gebirge oberhalb der Tschui'schen Steppe gegen Nord und heisst nun Sailuguem oder westliches Ende des Sajan), Schiefer wechseln mit dioritischen Felsarten, Str. O. Am Wege zum Piket Porphyr. — Die p. 88 folgenden Angaben scheinen sich auf jüngere, kohlenführende Ablagerungen der oberen Tschuja zu beziehen und sind daher ausgeschieden; — p. 89: Piket Karaguja (N. v. 50° n. Br., W. oberhalb des bereits erwähnten Flusses Bekom-bere) schwarzer Schiefer, Str. NO. Die Gipfel des Sailjugem bestehen aus Granit und Syenit, beide Flanken aus Schiefer. Die Umgebung des See's Djuvan-kul, wo die nächste Berührung mit dem Tannu-ola erfolgt, besteht aus Granit und Syenit; aus diesem See fliesst der Tschulyschman; — p. 93: Je mehr man sich der Tschultscha nähert, schwarzer und grüner Thonschiefer, Str. NO. Auf der Karasuluk'schen Wasserscheide Syenit. Gegen den See Kara-kul Diorit, ebenso am Uebergange Sur-daba, welcher die Wasserscheide des Abakan bildet; — p. 94: Die wenigen Entblössungen der Flüsse, welche zur Tschultscha hinabführen, zeigen Schiefer, sehr steile Falten, Str. SO. — Für das orographische Bild des Grenzgebirges vgl. E. Schmurlo, Gebirgspässe des südlichen Altai; Isw. russ. geogr. Ges. 1898, XXXIV, p. 590—601.

[10] A. W. Adrianow, Wanderung auf dem Altai u. s. w., ausgeführt im J. 1881; Sap. russ. geogr. Ges. 1888, XI, p. 222.

[11] Aus der umfangreichen Literatur mögen nur erwähnt sein: D. J. Bogdanow, Geol. Skizze des NW. Theiles des Kusnetzk. Steinkohlen-Bassins; Verh. russ. mineralog. Gesellsch. 1883, 2. ser., XVIII, p. 149—204, Karten: P. N. Wenukow, Geolog. Forschungen in d. N. Theile des Kusnetzk. steinkohlenführ. Bassins im Sommer 1894; Trav. Cab. 1895, I, p. 55—87; A. Derjawin, Ueber d. Steinkohlenbecken v. Kusnetzk, Djel. Dor. 1896, I, p. 96—101, mit einer Karte des Umrisses der Mulde.

[12] Die gesammte einschlägige Literatur bei B. K. Polenow, Neue Ansichten üb. das Alter des Kohlenbeckens von Kusnetzk; Trudi naturf. Ges. S. Petersburg, 1896, XXVII, p. 283—293.

[13] A. A. Inostranzew, Geol. Reise in den Altai'sch. Bezirk. im J. 1894; Trav. Cab. 1895, I, p. 1 u. folg.

[14] G. v. Helmersen, Reise nach d. Altai, im J. 1834 ausgeführt; Baer u. Helmersen, Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, 1848, XIV, S. 48 u. 109.

[15] Helmersen, Ebendas. S. 59, 95 u. folg.

[16] Fr. Gebler, Uebersicht d. Katunischen Gebirges; Mém. des sav. étrang. Acad. Pétersb. 1837, III, S. 455—460, Karte; insb. S. 509; für das landschaftliche Bild der Goltzi des hohen Altai die Schilderung des Botanikers W. W. Sapodjnikow, Ueber den Altai; 8°, Tomsk, 1897, mit Karten u. Lichtbildern, r.; vgl. auch: Branner, Results of the Branner-Agassiz Expedition to Brazil, IV, Proc. Washington Acad. Scienc. 1900, II, p. 191, pl. X: An exfoliated peak of quartz-monzonite at Sete de Setembro, Rio Mucury.

[17] W. W. Sapodjnikow, Isw. russ. geogr. Ges. 1899, XXXV, p. 508.

[18] G. v. Helmersen, Reise nach d. Altai S. 179 u. folg.

[19] Die Verschiedenheit der Bezeichnungen der Gebirge ist namentlich in den älteren Schriften recht gross. Die russische Stabskarte bezeichnet als Chreb. Saljugem, weiter im Norden als Suilegem, das ganze Grenzgebirge von 88° ö. L. rings um die Quellen der Tschuja und gegen Nord bis 52° n. Br. Dieser Auffassung bin ich gefolgt. Bei Gebler und Bunge beschränkt sich dieser Name auf ein engeres und wohl zum Theil auf ein anderes Gebiet; sie benennen mit dem mongolischen Namen ‚Sailûghem' ein SW.—NO. streichendes, mässig hohes Gebirge, welches ausser den Quellen der Tschuja jene der Baschka-ussa umfasst. Das nördlichere Gebirge mit den Quellen des Tschulyschman heisst hier ‚Altüm-tu'. Bei Tschihatschew heisst der Bug des Gebirges, welcher die Quellen der Tschuja umgibt, ‚Chaîne d'Irène Karagai' und in der NNO.-Fortsetzung ‚Chaîne de Moungonn-taïga'; dagegen heisst ‚Monts de Sailouguème' ein kurzer Gebirgszug N. von der oberen Tschuja.

[20] Helmersen, am ang. Orte, S. 162—176; Gebler hat dieselbe Reise ausgeführt.

[21] Grig. Schtschurowski, Geol. Reise nach d. Altai; 8°, Moskau, 1846, Atlas; p. 293—304, r.

[22] Inostranzew, Trav. Cab. 1895, I, p. 30.

[23] Tschernyschew, Material. z. Kenntniss d. devon. Fauna des Altai; Verh. russ. mineral. Gesellsch. 1893. XXX, beschreibt das Unterdevon der Krjukowskii-Grube bei Ridderskoje und zeigt hiebei neuerdings den europäischen Charakter der devonischen Sedimente des Altai; eine Zusammenstellung der Fundorte gibt v. Peetz. Das Alter des Thonschiefers vom Werchne-Ulbinsk'schen Vorposten am Altai; Trudi naturf. Gesellsch. Petersb. 1897, XXVIII, p. 82—89.

[24] B. F. Hermann (Beitr. z. Physik, Oekonomie u. s. w., besonders d. russisch. u. angrenz. Länder, Berlin u. Stettin, 1786—1788, III, S. 108) meinte, der Granit sei ‚auf den Schiefer angeschoben'; G. Rose (Min. geogn. Reise nach dem Ural, dem Altai u. d. Kasp. Meer, Berlin, 1837—42, I, S. 611) beschrieb zuerst die vielfachen Durchdringungen von Schiefer durch Granit, bestätigte die Auflagerung des Granites auf den Schiefer und gab zwei von A. v. Humboldt entworfene Ansichten. Humboldt schrieb, der Granit sei auf mehr als 5000 M. über den steilgestellten Thonschiefer in fast horizontalen Lagen ergossen (Fragmente, S. 3); G. v. Helmersen (Reise nach d. Altai im J. 1834. Beitr. XIV, 1848) hielt den Granit für eine Effusiv-Decke; Cotta (Der Altai, 1871, S. 40 u. folg., Fig. 10—12) meinte, die Sachlage durch schräges Aufsteigen des Granites erklären zu können; eine ausführliche Beschreibung sowie eine geolog. Karte dieser Strecke des Irtysch lieferte D. P. Bogdanow: Die Berge am Irtysch; Mat. z. Geol. Russl., herausgg. v. d. k. mineralog. Ges. 1883, XI, p. 145—166, r.

[25] K. Struve u. G. Potanin, Wanderungen an dem See Saissan u. in dem Flussgebiete des schwarzen Irtysch zum See Marka-kul u. d. Berge Sar-tau; Sapisk. russ. geogr. Gesellsch. 1867, I, p. 363—428; insb. p. 414.

[26] Malewski, Gornoi Journ. 1870, II, p. 89.

[27] Schmalhausen, Tert. Pflanzen aus d. Thale der Buchtarma; Palaeontograph. XXXIII, S. 181—216; es wird die Frage offen gelassen, ob diese Flora als pliocän anzusehen sei, oder als die Gebirgsflora eines anderen Abschnittes der Tertiär-Zeit.

[28] Wysotzki, Djel. Dor. 1896, I, p. 21—33, Taf. I.

[29] A. Krasnopolski, Geol. Untersuch. in W.-Sibirien im J. 1896, Djel. Dor. 1898, IX; Seleta, p. 73—81.

[30] A. Krasnopolski, Kohlenvorkommnisse in der Nähe des Irtysch; Gorn. Journ. 1894, II, p. 289 u. folg.; dess., Arbeiten der W.-Sibir. Berg-Partie im J. 1893, Bull. com. géol. 1894, XIII, p. 89—203; dess., Bericht üb. geol. Forsch. in W.-Sibir. im J. 1895, Djel. Dor. 1896, V, p. 1—49; N. Wysotzki, Geolog. Beobachtungen im J. 1894 in der Kirgisen-Steppe u. am Irtysch; ebendas. 1896, I, p. 1—45; mit einer geol. Karte des O.-Theiles der Steppe; A. Meister, Geol. Beob. im J. 1895 in der Kirgisen-Steppe; ebendas. 1896, V, p. 51—68; für Erzlagerstätten vgl. insb. Antipow, Gorn. Journ. 1892. Die Entfernung vom Berge Degelen gegen WNW. zum Ischim gemessen beträgt etwa 850 Werst.

[31] A. Meister, Geol. Untersuch. in der Kirgisen-Steppe in den J. 1894—1896; Djel. Dor. 1899, XV, p. 1—180, Karte; insb. p. 163 u. folg.

[32] Krasnopolski, Bull. com. géol. 1894, XIII, p. 200.

[33] J. W. Muschketow, Turkestan; 8°, 1886, S. Petersburg; I, p. 32, 34, Karte, r.

[34] J. W. Ignatiew, Bericht üb. d. Expedition z. Erforschung d. Berggruppe Chan-Tengri; Isw. russ. geogr. Ges. 1887, XXIII, p. 105 u. folg., Karte. Auf dem Gletscher Djiparlyk, dessen in Eis gehauene Stufen den beschwerlichsten Theil des Musart-Passes bilden, wird (p. 127) ein echter Kessel- oder Gryde-See beschrieben, wie sie in Grönland unterhalb der Nunatak's auftreten. — S. vom Passe scheint in den Vorbergen noch Str. NO. vorhanden zu sein.

[35] Das Profil, welches Muschketow nach dem Erdbeben von Vernoje (19. Juni 1887) von dieser Stadt gegen S. über den Sa-Ili-Alatau u. den Kungej-Alatau zum Issyk-kul zog, lehrt, dass in diesem Theile des Gebirges Längs-Verwerfungen vorhanden sind.

Mém. com. géol. S. Petersb. 1890, X, p. 132, pl. IV. — Weiter gegen Ost, S. von Djarkent, sind nach Brusnitzyn die Schichten gegen SO. überworfen, so dass Granit auf NW. fallendem Kohlenkalk liegt; dess. Geol. u. bergmänn. Forschungen in der Semiretschensk. Gegend; Gornoi Journ. 1892, I, p. 459.

36 K. Bogdanowitsch, Geol. Untersuchungen in O.-Turkestan. Arbeiten d. Tibetan. Expedition unter Führung von M. W. Pjewtzow, Bd. II, herausgg. v. d. russ. geogr. Gesellsch. S. Petersb., 1892, 4°, Taf. V, Fig. 8; r. Den Uebergang der parallelen Falten des Bei-shan in den Tian-shan und die Zusammengehörigkeit beider Gebirge betont Obrutschew, Orographie des central. Asien's u. seiner SO.-Umrandung; Isw. geogr. Ges. 1894, XXXI, p. 253—344, insb. p. 277—278.

37 Für diese Ziffer Roborowski, Comptes rend. soc. géogr. de Paris, 1897, p. 207; auch Obrutschew in Hettner's Geogr. Zeitschr. 1895, I, S. 274—277, u. an and. Ort.

38 Bogdanowitsch, Tibetan. Expedit. Taf. V, Fig. 9.

39 G. E. u. M. E. Grum-Grimailo, Reise-Beschreibung des W. China; herausgg. v. d. russ. geogr. Ges., 4°, S. Petersb. 1896, Karte, r.; I. Längs des Tian-shan-Gebirges, p. 284 u. folg.

40 W. Obrutschew, Central-Asien, II, p. 536 u. folg. Hier habe ich diesem ausgezeichneten Forscher noch ganz besonders dafür zu danken, dass er mir vor dem Erscheinen seines Werkes über Central-Asien die Abzüge der einzelnen Bogen zur Verfügung gestellt hat. Indem ich diese Seite abschliesse, liegen mir die Abzüge bis II, p. 608 vor. — W. J. Roborowski u. P. K. Koslow, Vorl. Bericht über eine dreijährige Wanderung in Central-Asien (Bericht von Koslow); Isw. russ. geogr. Ges. 1897, XXXIII, p. 121—163. — Koslow ist von den Bergen W. von Hami gegen S. gegangen und hat eine gleichförmige Neigung der Wüste gegen S. bis zum Rande des Tshol-tag getroffen. Ebendas. p. 150.

41 Fr. Krasser, Die von W. A. Obrutschew in China und Central-Asien 1893—94 gesammelten foss. Pflanzen; Denkschr. Akad. Wien, 1900, LXX, S. 149. Die Schichten mit Phoenicopsis wurden auch im Tyrkyp-tag, an dem Nordrande der Senkung von Ljuktshun getroffen (ebendas. S. 146). Die pflanzenführenden Schichten des Tung-shan, eines Ausläufers des Bogdo-ola, S. von Urumtsi, sind älter und führen Lepidodendron (ebendas. S. 143).

42 Roborowski u. Koslow am ang. O. p. 156; Grum-Grimailo nennen an der Strasse, welche von Hami über den Sattel Ulan-ussu nach Gushen führt, öfters die Richtung NO., als würde das O.-Ende der Kulisse Bogdo-ola durch eine ähnliche Krümmung bezeichnet sein, wie die westlichen Kulissen des Tian-shan; vgl. Grum-Grimailo im Rücken Tshoglu-tshai u. and., p. 308, 428, 495 u. an and. Ort.

43 Grum-Grimailo, Reise-Beschreibung, I, p. 313 u. folg., p. 495, 496.

44 Obrutschew, Central-Asien, II, p. 528 u. folg.; auch Isw. geogr. Ges. 1894, XXXI, p. 294—301.

45 Grum-Grimailo, Reisebeschreibung, p. 381—417.

46 Obrutschew, Central-Asien, II, p. 483—535.

47 Roborowski u. Koslow, Isw. russ. geogr. Ges. 1897, XXXIII, p. 155; W. F. Ladygin, Vorläuf. Bericht über einen Durchschnitt der Gobi von Dalyn-turu bis Su-tshou; ebendas. 1900, XXXVI, p 169—197, Karte.

48 Obrutschew, Central-Mongolei, Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 339—244, und Central-Asien, II, p. 362—397.

49 P. Koslow, Lob-nor; Isw. russ. geogr. Ges. 1898, XXXIV, p. 60—116. Karten, insb. p. 90 u. folg.; Roborowski, ebendas. p. 15.

50 Nach Koslow's Beobachtung, gütigst mitgetheilt von Hrn. Obrutschew.

51 H. Michaelis, Von Hankou nach Su-tschou; Reisen im mittl. u. westl. China 1879—81; Peterm. Mitth. Ergänz.-Heft Nr. 91; 1888, 58 SS., Karten; A. Steuer beschrieb Chlorit-Glimmerschiefer aus diesen nackten Felsmassen; dess. Mittheilungen üb. Gesteine aus den chines. Provinzen Kansu, Schensi, Hupe u. Honan; Neu. Jahrb. f. Min. 1895, Beil.-Band X, S. 477—494, insb. S. 489.

52 Die wissenschaftl. Ergebnisse der Reise des Grafen Bela Széchényi in Ost-Asien, 1877—80; deutsche Ausg. (übers. v. F. Schafarzik), Atlas, 4°, Wien. 1873; Geol. Beobachtungen von L. v. Lóczy; S. 498—559 u. an and. Ort.

53 Obrutschew, Central-Asien, I. p. 598—613, Marschroute Nr. 8.

54 Lóczy, Wiss. Ergebnisse der Reise des Gr. B. Széchényi, Band III; Palaeont. stratigr. Resultate; insb. S. 207.

55 Sie sind auf Fig. 10 nach der früheren Auffassung mit CaS als Ueberkohlensandstein bezeichnet.

56 Obrutschew, Central-Asien, I, p. 581.

57 Lóczy, Ost-Asien, S. 554, 644, 662 (Tung-hoan-hsien = Sa-tshou).

58 Obrutschew, Central-Asien, I, p. 589 u. folg., dann (für Profil um Lin-shui) I, p. 566 u. folg.

59 Ders., Ebendas., Profil von Shan-dan-sjan, I, p. 526 u. folg., insb. p. 533.

60 Ders., Ebendas,, I, p. 512 u. folg.

61 Hier bleibt zu erwähnen, dass die Lage der Stadt Tshen-fan auf den Karten irrig ist.

62 Lóczy, Ost-Asien, S. 637.

63 Obrutschew, Centr.-Asien, II, p. 240.

64 Ders., Ebendas., II, p. 147, 151.

65 Ders., Ebendas., I, p. 545.

66 Lóczy, Ost-Asien, S. 543, 544 (nach Fig. 65 u. 66).

67 Obrutschew, Centr.-Asien, II, p. 144.

68 W. Obrutschew, Orogr. Skizze des Nan-shan; Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 42—112, Karte; dess. Skizze des mittl. Nan-shan. ebendas., p. 709—764, Karte; dess. Orographie des central. Asien u. seiner SO.-Umrandung, ebendas. 1895, XXXI, p. 253—344 (insb. p. 316—331) mit einer Kartenskizze des Nan-shan von Obrutschew u. Roborowski. Ferner Obrutschew, Central-Asien an viel. Orten. Thal Tatung-ho bei Lóczy = Chagryn-gol Obr.; Roborowski trennt bei letzteren Mo-mo-shan von Ma-ling-shan; Chaji-shan L. = Amasurgu bildet mit dem W. anschliessenden Gneiss- und Granitzuge auf Obr.'s Karte Lóczy-Geb. und Potanin-Geb., welches letztere an S. Kuku-nor schliesst; Maja-shan und Wu-so-ling L. = Theile von Mo-mo-shan Obr. u. Rob.; Nord-Tetung Prjew. = Tolai-shan Obr. u. Rob.; Süd-Tetung Prjew. = Tsin-shi-ling Obr. u. Rob.

69 Nach Tschernyschew Rhynchonella alinensis; an einer anderen Stelle Spirifer elegans u. Sp. Anosoffi; Obrutschew, Central-Asien, II, p. 9. 10.

70 St. G. Littledale, A Journey across Central-Asia; Geogr. Journ. 1894, III, p. 445—475, Karte, insb. p. 462.

71 Aehnliches wird an einzelnen Stellen des Fusses des San-sjan-tsy erwähnt.

72 Prjewalski, Vierte Reise, an vl. Stellen; auch Delmar-Morgan, Suppl. papers Geogr. Soc. 1890, III, p. 69—76, u. Diener in Peterm. Mitth. 1889, S. 34 u. folg., Karte v. C. Schmidt; Bogdanowitsch, Mitth. geogr. Ges. Wien, 1895, S. 516—524.

73 K. Bogdanowitsch, Geol. Untersuch. in O.-Turkestan (Arbeiten der tibetan. Expedition unter der Führung von M. W. Piewtzow, Bd. II), herausgg. v. d. russ. geogr. Ges. 1892, 4°, Taf. IV.

74 Lóczy, Ost-Asien, S. 662.

75 Obrutschew, Central-Asien, II, p. 145 u. 163. Die Stelle liegt am Bache Kammenistoi, O. vom Meridian von Su-tshou.

76 J. D. Tscherski, Vortrag vor der naturforsch. Gesellschaft am 3. Mai 1886; Trudi naturf. Ges. S. Petersb. 1886, XVII, 2. Heft, p. 51—58.

SECHSTER ABSCHNITT.

Die östlichen Altaiden.

Ordos. — Die Gebirge am Hoang-ho. — Chara-narin-ula und Ala-shan. — Gabelung von Ost-Nan-shan. — Rückblick. — Mittlererer und Ost-Kuen-lun. — Trennung der burmanischen und der Yünnan-Ketten. — Westlicher Zweig. — Mandalai. — Masse von Cambodge. — Oestlicher Zweig. — Der Rothe Fluss. — Rückblick. — Die Malayische Halbinsel. — Banda-Bogen. — Muthmaassliche Theile von Neu-Guinea. — Borneo. — Celebes. — Halmahera. — Ueberblick der östlichen Altaiden.

F. v. Richthofen hat gezeigt, dass in dem ganzen nördlichen China, von den Lava-Feldern der Mongolei bis zum Thale des Wei und bis zum Hoang-ho bei Hsi-ngan-fu cambrische Sedimente ungefaltet und discordant auf gefalteten archaischen Felsarten liegen. (II, 229.) Dieses Gebiet umfasst auch Shan-tung und Liautung, und soweit die heutigen Erfahrungen reichen, auch Korea.

Dieser Grundzug des Baues ist so auffallend, dass man trotz der abweichenden Streichrichtung, welche vom Brunnen Iche-ude an die SO.-Mongolei beherrscht, sich fragen möchte, ob nicht hier der alte Scheitel wieder hervortaucht. Auch auf diese Frage antwortet F. v. Richthofen. Im Osten, in Shan-tung und Liautung, ist das Streichen der ältesten Gneiss-Granite und Urgneisse stetig NNW. und daher von den Richtungen des Scheitels verschieden. In den der Gobi näher liegenden Gebieten von N.-Tshili und N.-Shansi dagegen, wo die ältesten Felsarten durch Hornblende-Gneiss und Chlorit-Gneiss vertreten sind, herrscht flache Faltung mit Str. ONO.[1]

Für dieses letztere Gebiet mag daher allerdings die Frage aufgeworfen werden, ob nicht in der That der baikalische Flügel des Scheitels bis hieher reicht. Sicher ist, dass die sinische Scholle ein starres Stück in dem späteren Ausbau Asiens darstellt.

F. v. Richthofen lehrt aber auch Folgendes: Der zumeist aus alten Felsarten bestehende Rost von Peking endet gegen West mit einer Senkung. Diess erweist deutlich das W.-Ende des Hsi-tshou-shan bei Hsin-tshou und für Wutai-shan und Mantou-shan zeigen die allgemeinen Verhältnisse, dass die Sachlage eine ganz ähnliche sein muss.

Die Schichten liegen ziemlich flach, und zwar sowohl jene der alten sinischen Stufe über dem Gneiss, als jene des Ueberkohlen-Sandsteins. Wo die erstere erhalten ist, befindet sie sich in höherer Lage als der Ueberkohlen-Sandstein.

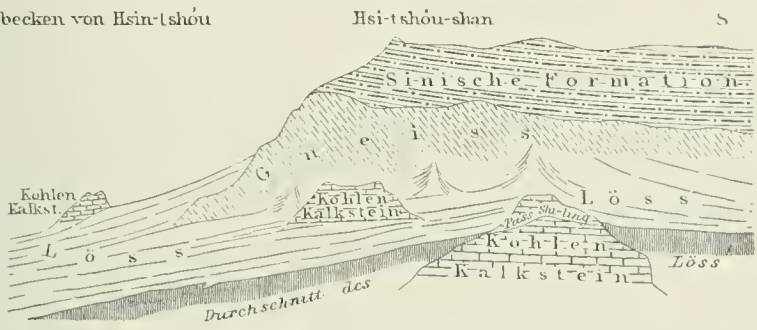


Fig. 12. West-Abfall des Hsi-tshou-shan (nach F. v. Richthofen).

‚Die Erscheinung lässt sich nur durch die Annahme erklären, dass das Plateau (des Ueberkohlen- oder Plateau-Sandsteins) den Anfang eines tiefen, gegen den stehen gebliebenen Theil des uralten Continentes gradlinig begrenzten Senkungsfeldes bildet. Wie weit dasselbe nach West fortsetzt, und welche Entwicklung der Gebirgsbau gegen das Ordos-Land nimmt — alle diese Fragen müssen wir unerledigt lassen.‘[2]

Diess wurde 1882 geschrieben; heute wissen wir, dass ganz Ordos dieser tiefer liegenden Tafel angehört, und dass der nach O. fliessende Theil des Hoang-ho beiläufig den Rand dieses fast rechtwinklig umgrenzten Gebietes bezeichnet.

Die Schichtfolge über dem archaischen Unterbaue der sinischen Scholle besteht, wie an früherer Stelle gesagt worden ist,

aus marinen cambrischen (sinischen), dann marinen Sedimenten von obercarbonischem Alter, hierauf carbonischen Flötzen und dem sehr mächtigen Plateau- oder Ueberkohlen-Sandstein Richthofens. Mit diesem ist die Zeit jener mannigfaltigen Landfloren erreicht, welche in Sibirien, der Mongolei und Mandschurei die Angara-Serie bezeichnen.

Die jüngeren Glieder dieser Schichtfolge sind es, welche, wie gesagt, bei Hsin-tshou am W.-Ende des Hsi-tshou-shan als abgesenkt sichtbar sind. Sie sind es auch, welche weiter im Süden das Tafelland von Shansi, mit Ausnahme des Ho-shan, und seine treppenförmigen Linien gegen Ost und Süd bilden (II, 236). Gegen West aber dacht dieses Tafelland jenseits des gegen S. fliessenden Theiles des Hoang-ho flach durch N.-Shensi und Kansu ab unter die weite Decke von Löss, welche aus dem südlichen Ordos gegen das Thal des Wei sich ausbreitet.

Obrutschew hat ausführliche Schilderungen von Ordos geliefert. Weit und breit strecken sich im Norden die sandigen Flächen und in Menge thürmt sich der Sand an der Nordseite der grossen Mauer SO. von Nin-sia-fu. Südlich von der Mauer breitet sich der Löss aus; dort bleiben von Osten her noch auf weite Strecken der Ueberkohlen-Sandstein und die Steinkohlenformation unter dieser Lössdecke und unter den gypsführenden Ablagerungen der Gobi-Stufe kennbar. Die Bergzüge Lu-guan-lin und Bo-jui-shan, welche auf unseren Karten verzeichnet sind, bestehen nicht und immer breiter werden im Süden die hohen Tafeln von Löss.[3]

L. v. Lóczy, welcher von Hsi-ngan-fu, d. i. von SO. her in der Richtung auf Lan-tshou die südliche Strecke durchreist hat, fand unter dem Löss den Ueberkohlen-Sandstein, dann Spuren von Carbon. Bei Ping-lean-fu erreichte er den Rücken Lo-pan-shan (106° 45′ ö. L., 35° 45′ n. Br.), welcher, 25 Kilom. breit, aus einer mit der Axe gegen W. geneigten, schrägen Synclinale von stark gefaltetem Carbonkalk und grauem Sandstein besteht. Dieselben Gesteine liegen sonst in Ordos horizontal unter dem Löss.

Nahe W. vom Lo-pan-shan sieht man zum erstenmale Chlorit-Schiefer, dann wieder durch 280 Kilom. Löss, bis nahe SO. von

der Stadt Lan-tshou, in der felsigen Furche des Hoang-ho, Gneiss hervortritt; Str. O. 30° N.[4]

Wir müssen annehmen, dass eine weite und flache Tafel von Ueberkohlen-Sandstein den ganzen Raum innerhalb des Buges des Hoang-ho einnimmt, bis zum Lo-pan-shan, wo Faltung sichtbar ist und bis an das Thal des Wei. Im 108. Meridian bedeutet diess eine Breite der Tafel von mehr als 7 Breitegraden.

Diese Tafel ist nicht nur durch den Bug des Flusses abgegrenzt. Allenthalben liegt die Gobi höher, Ordos aber tiefer und eine Reihe felsiger, oft gegen Ordos steil abstürzender Ketten begleitet den Abfall. Diese Ketten stehen zumeist in Kulissen schräge hintereinander und einzelne Kulissen treten auf das rechte Ufer des Hoang-ho über. Um sie zu betrachten, kehren wir weit nach Nord, an den Abbruch bei Hsin-tshou zurück, wenden uns von hier noch weiter gegen NNW. und überscheiten die mongolische Grenze.

Die Gebirge am Hoang-ho. Wenn man, von Peking nach Kalgan reisend, bei Hsuen-hwa-fu die Strasse in westlicher Richtung verlässt und dem Yang-ho auf der Strasse gegen Kuku-choto folgt, wird jenseits des gegen NO. ziehenden Gneiss-Gebirges Kulu-shan bei der christlichen Missions-Station Oerr-shi-san-hau der Rand der Basalt-Decken der S. Mongolei erreicht. Von hier und namentlich von Kuku-choto an reihen sich lange Bergzüge aneinander, welche das N.-Ufer des Hoang-ho bis an sein NW.-Knie begleiten. Die wichtigsten Nachrichten über diese wenig besuchten Gegenden haben Arm. David und Prjewalski gegeben.[5]

Nahe W. von Oerr-shi-san-hau (etwa in 40° 47′ n. Br., 113° 18′ ö. L.) liegt, rings von Laven umschlossen, eine Wasserfläche. David bezeichnet sie als ‚étang'; bei Prjewalski heisst sie Kirnor. Aus diesen Laven erhebt sich nach Prjewalski die Kette Shara-chada, wahrscheinlich von ihrem gelben Kalkstein so benannt. Sie zieht nach SW., gegen Kuku-choto hin. Fünfzig Kilometer weiter gegen West folgt die parallele Kette Sumachada, höher als die erste, wie diese nur an ihren Rändern felsig und fast ganz aus Granit bestehend; ihr Fuss liegt in 1600—1700 M. Nördlich von Kuku-choto tritt, vielleicht als eine

Fortsetzung von Shara-chada, ein langer und schmaler Gebirgszug hervor; indem er seine Richtung aus SW. gegen WSW. ändert, nähert er sich dem Hoang-ho. Auf vielen Karten trägt er den Namen In-shan. Nach Prjewalski gilt dieser Name für alles Gebirge, welches den WO. fliessenden Theil des Hoang-ho begleitet. Er zieht als eine hohe und steile Wand N. von der Stadt Bautu längs des Hoang-ho hin. David nennt dieses Gebirge Ouratou. Dieser unternehmende Reisende drang von Sertshi (nahe O. von Bautu) gegen Nord über den Ouratou. Nach einem Zuge von Granit und Porphyr gelangte er in eine ziemlich breite Zone von flötzführendem Carbon und Sandstein, dann jenseits Tshe-kuen in das Gneiss- und Granit-Gebirge von Ou-than-djo, die Hochebene von Ou-teuini-gol, den Gneisszug Tshangini-ula, welcher dem Ouratou parallel ist, die trockene Ebene Mao-mingan und noch einen Gneisszug. Auf diese Art gliedert sich N. vom Hoang-ho das Gebirgsland nach parallelen Linien.[6]

Der In-shan (Ouratou) endet nach Prjewalski nach einem Laufe von 250 Kilom. plötzlich an dem felsigen Zuge Muni-ula (Wula-shan bei Rockhill), welcher denselben Charakter zu besitzen scheint. Der westlichste Theil des In-shan, Syrun-bulyk und Muni-ula bestehen aus Granit, Gneiss, Granulit, Hornblendegestein, ferner aus Porphyr und jüngeren eruptiven Felsarten. Muni-ula übersteigt 8000 Fuss; er bildet einen scharf begrenzten Streifen von 100 Kilom. Länge und etwa 25 Kilom. Breite und hat ein wildes, alpines Aussehen. Sein W.-Ende liegt nahe N. vom Hoang-ho (108° 30′).

Man bemerkt schon von Kuku-choto her die schräge, kulissenartige Anordnung dieser Ketten, indem das östliche Ende jeder derselben über das westliche Ende der vorhergehenden von Nord her übergreift. Diese Anordnung tritt von hier an noch deutlicher hervor.

An die N.-Seite des westlichen In-shan reiht sich der kurze Zug Shochoin-daban, d. i. das Kalkgebirge, und N. von diesem erscheint als eine weitere Kulisse Sheiten-ula mit der Richtung WSW. bis OW. Mit diesem beginnt der 370 Kilom. lange Zug der schwarzen Berge, Chara-narin-ula, welcher bogenförmig

seine Richtung aus WSW. bis SW. ändert und mit der concaven Seite dieses weiten Bogens das ganze NW.-Knie des Hoang-ho wie mit einem Rahmen umfasst. Prjewalski kannte bereits den steilen Abfall zum Hoang-ho und die archaischen Felsarten dieses Gebirges, aber Obrutschew's Beobachtungen geben, wie an so vielen anderen Stellen, ein neues und sehr eigenthümliches Bild der Sachlage.[7]

Die Missions-Station San-to-chu an den Ufern des Hoang-ho liegt in 875 M. Eine sehr breite Fläche von jungem Schwemmland und verlassenen Armen des grossen Flusses, trennt sie von dem Fusse des Gebirges (930 M.). Die relative Höhe des Chara-narin-ula beträgt hier nur 1000 bis 1200 M.; dabei ist das ganze Gebirge von einer langen Schlucht, Gyr-obo-chundy, quer durchschnitten, welche den Uebergang in 1580 M. gestattet. Das Gebirge zeigt Gneiss und Granit, alte Schiefer und krystallinischen Kalkstein, aber diese Felsarten streichen nicht im Sinne des Gebirgsbogens, sondern gegen NNO. Hiebei wird das Gebirge in eine grössere Anzahl von aneinander gepressten Zügen getheilt, von welchen einige gerundete Umrisse besitzen und aus Granit und Gneiss bestehen, während andere in spitze Gipfel aufsteigen und von Schiefer gebildet sind. Schluchten schneiden im Sinne des Streichens schräge in das Gebirge ein und die bedeutendste derselben ist Gyr-obo-chundy.

Die Vorstellung einer einfachen Absenkung der Gobi gegen Ala-shan auf der Linie des Hoang-ho würde daher nicht dem Thatbestande entsprechen. Die schräge Kulissen-Stellung des In-shan und der anderen Ketten N. vom Hoang-ho setzt sich vielmehr in den Chara-narin-ula fort, und zeigt, dass dieser Theil der Gobi von einer gegen den Rand der Ordos-Tafel schrägen, faltenden Bewegung ergriffen war, welche die Kulissen erzeugt hat.

Diese Vermuthung bestätigt sich, sobald man die jenseits des Chara-narin-ula gegen NW. gelegenen Theile der Gobi betrachtet. Das ist alles gefaltetes Land bis weithin zu den Ausläufern des Gobi-Altai. Obrutschew hat die Reise quer über Chara-narin-ula gegen NW. ausgeführt, aber es ist nicht möglich, die zahlreichen Höhenzüge, welche er durchquerte, aufzuzählen.

Durch etwa 90 Werst von der NW.-Seite des Chara-narin-ula herrschen archaische Felsarten, wobei die Höhen zugleich sich gegen NW. von 1400 M. auf 1000 M. herabmindern. Dann folgt ein tiefliegender (760 M.) Streifen der Wüste, gegen NO. ziehend, und hierauf nehmen Porphyr und Kalkstein und Ueberkohlen-Sandstein grösseren Antheil an dem Baue der abgetragenen Falten. Das Streichen ist OW. und sogar stellenweise WNW. geworden. Die Höhe Dsoche (1700 M.) zeigt syenitische Intrusionen; viele Porphyr-Hügel folgen, und bald darauf sind Churchu und das östliche Ende des Gobi-Altai erreicht.[8]

So gänzlich verschieden ist die Gobi von Ordos. Der Gegensatz zwischen den Alpen und dem abweichend gebauten Vorlande, welcher uns bisher in den Altaiden als Scheitelfalten fehlte, ist hier erreicht. Wir sind an dem scharf gezeichneten Rande der Altaiden gegen ihr Vorland angelangt.

An Chara-narin-ula schliesst sich als eine lange gegen SW. gerichtete Fortsetzung der Rücken Argalintai. Er entfernt sich mehr und mehr vom Flusse und nach den früheren Darstellungen musste angenommen werden, dass er in etwa 38° 30′ n. Br. in der Wüste von Alas-han ende. Dieses ist nicht der Fall. Noch viel weiter gegen SW. traf Kasnakow den langen Rücken Burguste-ula, welcher gegen S. steil, streckenweise wie eine Mauer, abbricht.[9] Noch weiter in der gleichen SW.-Richtung erheben sich die von Koslow gekreuzten Gori Jawarai. Sie sind 100 Werst lang, 15 Werst breit und der Uebergang Oboto-daban liegt in 5400 Fuss. Die Südseite derselben, sagt Koslow, zeigt Einschnitte durch reihenweise gestellte Berge mit steil abgerissenen Wänden. Man könnte vermuthen, dass sich die Structur der Hauptkette wiederholt.[10]

So strecken sich die Fortsetzungen von Chara-narin-ula weit durch die Wüste, beiläufig in der Richtung auf die Stadt Kan-su fort und nähern sich derselben wohl bis auf 120 Werst.

Während Chara-narin-ula vom Hoang-ho zurückweicht, schalten sich neue Kulissen ein.

Auf der rechten Seite des Flusses taucht in etwa 40° 15′ eine lange, gegen Süd ziehende Reihe von Ketten hervor; in

ihrem nördlichen Theile heisst sie Arbis-ula und unter verschiedenen Namen (Oran-teshi, Kantageri u. And.) erreicht sie Chara-choto (39° 15′), aber während sie sich erniedrigt und unter der Ebene verschwindet, ist bereits am linken Ufer der nördlichste Theil des hohen, gleichfalls gegen Süd gestreckten Ala-shan-Gebirges hervorgetreten.

Die Stadt Nin-sia-fu am Hoangho (38° 30′) liegt in 1030 M.; die steilen Gipfel des Ala-shan-Gebirges erreichen W. von dieser Stadt über 3000 M.; an der Westseite des Gebirges liegen die Sande von Ala-shan in 1350—1500 M.

Hier, gegenüber von Nin-sia-fu, ist das Gebirge aus zwei Zügen zusammengesetzt, einem gegen O. mehr vortretenden, nördlichen und einem in W. sich anschliessenden südlichen Zuge. Wo sich beide berühren, führt der Uebergang (2540 M.) nach Fu-ma-fu in der Wüste. Diesen Uebergang hat Obrutschew erstiegen und dabei die unerwartete Erfahrung gemacht, dass der ganze südliche Zug aus einer gegen Ost, d. i. gegen den Hoang-ho, überstürzten Anticlinale von Ueberkohlen-Sandstein, productivem Carbon und Carbon-Kalk besteht. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen beträgt wohl über 3000 M.; an der Ostseite ist ihre ganze Folge verkehrt, an der Westseite dagegen normal. Die Mengen von sinischem Kalkstein, welche den Schutt höherer Gipfel ausmachen, lassen vermuthen, dass auf ihrer Höhe eine Ueberschiebung desselben über Carbon stattgefunden hat.[11]

Prjewalski erstieg den südlicher liegenden Gipfel Bugutui (3300 M.) und traf Quarzconglomerat.[12]

Nun nähern wir uns dem abermaligen Buge, welchen der Hoang-ho zwischen 38° und 37° 30′ vollzieht. Obwohl der Strom nahe S. von 38° das N.-Ende des Gebirgszuges Nju-tou-shan durchschneidet, ist doch auch hier der Bug im grossen durch den Bau der begleitenden Gebirgszüge vorgezeichnet. Auch hier sind wir fast ganz auf Obrutschew's Beobachtungen angewiesen.

Schon in der Nähe von Nin-sia-fu beginnt an der rechten Seite des Hoang-ho der Gebirgszug Arshan-ula, welcher muthmaasslich aus einer Anticlinale von z. Th. breccienartig verdrücktem sinischem Kalkstein besteht. In dem flussaufwärts folgen-

den und eben erwähnten Nju-tou-shan tritt bereits die Richtung SSW. hervor, welche der Beugung des Flusses entspricht.

Noch bemerkenswerther sind die Vorkommnisse des linken Ufers. Das Ala-shan-Gebirge schliesst sich im Süden an das breite und weniger hohe Gebirge Je-tou-shan, welches Obrutschew als einen Horst bezeichnet, südwärts, beiläufig in der Richtung OW., begrenzt durch einen Bruch, an welchem der Gebirgszug Nju-shu-shan abgesunken zu sein scheint. Beide Gebirge zeigen gegen N. oder NW. geneigte Schichten; die allgemeine Richtung des Nju-shu-shan ist SW., und er besteht aus Ueberkohlen-Sandstein. Der letztere erscheint auch in einzelnen Aufschlüssen am Hoang-ho selbst, welcher hier nahe OW. fliesst.[13]

Weit noch zieht sich N. vom Flusse der S.-Abhang des Je-tou-shan und seiner muthmaasslich abgesunkenen Vorberge gegen West. Unterhalb Tshung-wei sieht man in der Nähe des Flusses eine Anticlinale mit Str. SW. 210.° So vollzieht sich die Wendung.

Rockhill berichtet, dass er noch weiter gegen West bis gegen In-pan-shui (nahe 104° ö. L.) an der Südseite einer etwa 800 Fuss (rel.) hohen Bergreihe Hsi-shan fortgereist sei; es ist Kohle vorhanden und rother Sandstein.[14] Südlich von dieser Strecke liegt der lange, gegen WSW. gestreckte Zug Da-tso-bei-shan mit gleichsinnig gegen SSO. geneigten Schichten von Ueberkohlen-Sandstein.

Wie dem nun auch weiter im Einzelnen sein mag, steht es fest, dass der weite Bug des Hoang-ho, welcher sich zwischen 37° 30′ und 38° vollzieht, einer Schwenkung des Gebirges und der den Fluss begleitenden Kulissen entspricht.

Lóczy hat bereits vermuthet, dass dieses Einschwenken der Gebirgszüge am Hoang-ho in irgend welcher Beziehung zu den östlichen Endigungen des Nan-shan stehe, und Obrutschew meint, dass beide Gebirge sich unter dem Sande von Ala-shan verbinden.

In der That kann man bei näherer Betrachtung des östlichen Nan-shan diese Ansicht nicht zurückweisen.

In den nördlichen Ketten des O. Nan-shan herrscht eine grosse Mächtigkeit von palaeozoischen Ablagerungen, während die südlichen Ketten zum überwiegenden Theile aus Gneiss und

alten Schiefergesteinen bestehen. Am Nordrande des Richthofen-Gebirges ist im Meridian des Kuku-nor eine Zone von Melaphyr vorhanden.[15] Auf der Linie zwischen Lan-tshou und Ljan-tshou treten zwischen 36° 30′ und 37° 30′ zwei der nördlichen Ketten, mit Schnee bedeckt, weit gegen Osten vor. Der nördliche Mo-mo-shan, in der Fortsetzung des Richthofen-Gebirges gelegen, findet nach geringer Erniedrigung seine weitere Fortsetzung gegen Ost in dem hohen Shi-tshotse-shan. Die südlich anschliessende Kette ist Shi-shan, dessen östliche Fortsetzung von Obrutschew Pin-fan-shan genannt wird.

Auf diese Art tritt der Nan-shan ostwärts über den Meridian von Lan-tshou hinaus. Dabei tritt Beugung in der Richtung gegen Ala-shan ein. Mo-mo-shan zieht allerdings mit der herrschenden Richtung OSO. vom Nan-shan herbei, aber gegen das O.-Ende des Shi-tshotse-shan und namentlich gegen die Kohlengruben von Ta-la-pu hin hat sich die allgemeine Richtung gegen ONO. gewendet. Hier aber befinden wir uns bereits im Meridian von Rockhill's oben genannten Hsi-shan und nahe jenem des Da-tso-bei-shan.[16]

Die Richtung NO. oder ONO. ist allerdings auch mitten im östlichen Nan-shan sichtbar, so namentlich in den archaischen Felsarten, welche die Uferfelsen des Si-nin-Flusses abwärts bis zur Mündung des Da-tun bilden.[17] Eine Fortsetzung dieser Richtung sieht man jedoch in den benachbarten Ketten nicht; diese verfolgen das allgemeine Str. WNW. Erst weit in Osten, an den felsigen Ufern des Hoang-ho unterhalb Lan-tshou, trifft man wieder Gneiss mit Str. NO. Ob diese Stelle etwa einer gebeugten Fortsetzung des Nan-shan-Zuges Potanin-Amasurgu entspricht, mögen spätere Untersuchungen entscheiden.

Das Süd-Kuku-nor-Gebirge, aus archaischen Felsarten bestehend, gehört zu den mächtigsten Zügen des Nan-shan, aber es sinkt gegen SO. rasch zu geringer Höhe ab. Die Gobi-Ablagerungen, welche im Thale des Si-nin, wie in jenem des Hoang-ho sehr mächtig werden und weit ausgebreitet sind, schmiegen sich an die S.-Seite von S.-Kuku-nor, liegen am Fusse flach und erreichen höher am Gehänge steile Neigung (70—80°). Sie beweisen neuerdings den Bestand junger Bewegungen.[18]

Südlich von der Stadt Lan-tshou erhebt sich nach Obrutschew's Darstellung der Höhenzug Guan-shan, der aus Carbon und Ueberkohlen-Sandstein bestand. (Uebergang in 2690 M.) Man beobachtet wechselndes Streichen, und zwar sowohl WNW. als NO. Jenseits des Guan-shan breitet sich aber ein mehr als 60 Werst breites Plateau von Gobi-Schichten bis S. von der Stadt Di-dao und bis an den Fuss des Gebirges Tshan-fan-shan aus. Es liegt über 2000 M. hoch; der Fluss Tao und seine Zuflüsse sind in dasselbe eingesenkt. Obrutschew betrachtet Tshan-fan-shan als den Beginn jener Gruppe von Ketten, welche gegen den Tsin-ling-shan sich fortsetzt.[19] Jedenfalls befinden wir uns hier schon südlich von den NO.-Beugungen zum Ala-shan. Es ist möglich, dass das Plateau von Di-dao sich gegen West in das Hochland im SW. von Balekun-gomi fortsetzt, welches durch Koko-beili begrenzt ist. Weiter gegen West reicht es aber nicht.

Wahrscheinlich bezeichnet dieses Plateau die Gabelung der Ketten des Nan-shan, nämlich die Ablösung jener Falten, welche am Rande von Ordos festgehalten werden, von jenen, welche in ihrer Richtung ungestört bleiben.

Rückblick. Ordos hat sich als die Tafel des Vorlandes, die Gobi von Ala-shan dagegen als ein Theil des gefalteten Gebietes der Altaiden erwiesen und dem Hoang-ho ist dabei für die von S. gegen N. und dann von W. gegen O. fliessende Strecke eine ähnliche Lage zugefallen, wie sie Guadalquivir vor der bätischen Cordillere oder Ganges vor dem Himálaja einnehmen. Das Erscheinen vereinzelter Kulissen, wie Arbis-ula, auf der rechten Seite des Flusses ist eine Wiederholung jener Stücke iranischer Vorketten, welche bei Rôri und bei Hyderabad auf der linken Seite des Indus hervortreten.

NW. und W. von diesem Knie des Hoang-ho lässt sich nun, in Uebereinstimmung mit dem, was die besten Kenner des Landes vermuthet haben, ein bogenförmiger Aufbau erkennen, welcher zwar den Altaiden zuzurechnen ist, in welchem aber die Verschiedenheit zwischen dem älteren und dem jüngeren Scheitel in eigenthümlicher Weise verloren geht oder, mit anderen Worten, in welchem Sajaniden und Altaiden verschmelzen.

Von Westen, vom Adji-bogdo im Gobi-Altai, daher vom alten Scheitel her, tritt ein langer Bogen in die Wüste; er zieht über Baga-bogdo, Kökö-tymyrti und eine Reihe nackter Felsrücken zu Tostu und Noin-bogdo, auf diese Art die ganze Wüste durchkreuzend.

Südlich von demselben, in der Shjurten-choly-gobi, sollten wir die Kulissen des Tian-shan sehen; sie sind mit dem Karlyktag und Emir-tag keilförmig verschwunden.

Durch diesen Ausfall erlangt Bei-shan im Grossen die Richtung WO.; seine nördlichen Aeste zeigen jedoch am Edsin-gol die bezeichnende Beugung gegen ONO. und NO., so Bogdo-ola, im Kökö-ula über den Edsin-gol greifend, und ebenso Edsin-ula.

Nun tritt von Nordost ein langer Zug in die Wüste. Er kommt vom Knie des Hoang-ho selbst, von der Stelle der hauptsächlichsten Stauung der Falten. Er besteht aus dem kulissenförmig zertheilten Chara-narin-ula, Argalintai, Burguste-ula und den Bergen Jawarai; seine Richtung zieht gegen die Stadt Kansu.

Von Westen ziehen die riesigen Ketten des Nan-shan herbei. Die nördlichsten derselben fügen sich gleichfalls in den grossen Bau und vollziehen die gleiche Beugung wie die nördlichen Ketten des Bei-shan, wenn auch weiter im Osten, O. vom Meridian von Ljan-tshou. Die erste Beugung erfolgt auf der Linie Richthofen—Momo-shan—Shi-tshotse-shan bis zu den Kohlengruben von Ta-la-pu, und die zweite in Shi-shan und Pin-fan-shan.

Es ist nicht mit Genauigkeit zu sagen, wo diese Aufbeugung der Falten gegen Ordos südwärts endet; vielleicht ist sie noch im Gneiss des Hoang-ho-Thales bei Lan-tshou angedeutet. Während aber gegen Ost diese Ketten sich aufgebeugt haben, sind sie im Westen völlig geschlossen geblieben und wo die Aufbeugung endet, vollziehen sie ihren ungestörten Lauf gegen WNW. über das Gebiet der Aufbeugung hinaus. Diess gilt auch für die Ketten südlich vom Plateau von Di-dao, welches wahrscheinlich die Gabelung bezeichnet.

So ist die ganze mittlere Gobi sammt der Wüste Ala-shan für uns die Stätte eines Faltengebirges, gegen Ost gestaut am Vorlande Ordos, gegen Süd fortgepflanzt in den gleichsinnigen Falten

des mittleren Kuen-lun, gegen West weit sich fortsetzend bis zu der Schaarung des W.-Nan-shan mit Altyn-tag und Anem-bar-ula und gegen Nordwest über die Shjurten-choly-gobi hinaus sich öffnend, um der weiten Virgation des Tian-shan Raum zu geben.

Ueberblicken wir nun die Kulissen am Hoang-ho, vom Charanarin-ula durch die In-shan-Ketten abwärts bis zu dem gegen NO. ziehenden Shara-chada, O. von Kuku-choto. Diese Ketten scheinen sich hier in Lage und Richtung harmonisch anzuschliessen an die grossen Züge des Rostes von Peking bis zum Höng-shan hinaus, in welchen doch die cambrischen Sedimente tafelförmig gelagert sind. Sie sind dabei durch flexurähnliche Linien abgegrenzt, und ihre Schichten sind im Allgemeinen gegen NNW., d. i. gegen die Mongolei, geneigt. Sollten sich dabei Richthofen's Vermuthungen von einer Beugung dieser Linien bei Kai-ping und ihrer Fortsetzung an der Westseite des Thales von Mukden bestätigen, so ergäbe sich eine noch grössere Aehnlichkeit derselben und ein Hinführen zu der Richtung des grossen Chingan. Aber ich will nicht läugnen, dass der Zusammenhalt mit den Erfahrungen über die Natur der Ketten am Hoang-ho die Frage zulässig macht, ob diese Linien wirklich Flexuren, d. i. wirklich aus Senkung hervorgegangen seien, oder ob man sie, namentlich mit Rücksicht auf die vorwaltende Neigung der Schichten gegen NNW., als Linien einer einfacheren Faltung aufzufassen habe.[20]

Von eben so tiefem Einflusse müssen diese Erfahrungen auf die Auffassung des Baues des grossen Chingan sein.

Die Entfernung von Jehol im Süden bis zum Argun im Norden beträgt neun Breitegrade. Es ist richtig, dass das Land im Westen des grossen Chingan auf dieser langen Strecke im Allgemeinen höher liegt, als das Land im Osten.

Die zuverlässigen Nachrichten aus dem Süden sind aber sehr karg. Fritsche überstieg, nordwärts reisend, in 117° 52′ ö. L., 41° 48′ n. Br. die Wasserscheide zwischen Lan-ho und Liau-ho (1237 M.) und gelangte in eine Reihe von Parallel-Ketten, die NNW.—SSO. verlaufen, dann über den aus drei kuppelartigen Höhen bestehenden Barin-dao (1230 M.) in das Ende des Gebirgslandes, welches er seit Peking durchwandert hatte und in

plateau-artig geformtes Land. Hier gibt seine Karte 846 M., 1080 M., 1630 M., 1208 M. u. s. w. an.[21]

Von Kalgan bis Föng-ning-hien (117° 10' ö. L., 41° 13' n. Br., 604 M.) ist die Richtung der Berge vorwaltend ONO., dann mehr NNO., N., endlich im südlichen Theile des eigentlichen Chingan NNW. Diese Angabe von Fritsche stimmt ziemlich überein mit der erwähnten muthmaasslichen Beugung bei Kai-ping, aber dass der grosse Chingan selbst eine Flexur sei, ist kaum zu entnehmen. Wir wissen, dass er an gewissen Strecken an seiner Ostseite einen auffallenden Abfall besitzt, aber wir wissen auch, dass er im Norden sicher ein sehr breites Faltungsgebirge ist, dass dort sogar die Angara-Schichten der vorliegenden Amur-Ebene posthum gefaltet sind, dass die Gobi im Westen des grossen Chingan ein Faltenland ist, dass Rhyolithe und Basalte auf beiden Seiten auftreten und sonderbarer Weise nicht in den Rost von Peking eintreten.

Hienach entspricht dem heutigen Stande der Beobachtungen am nächsten die Annahme, dass der grosse Chingan ein ähnliches Faltengebirge ist, wie das Aldan-Gebirge und Sichota-Alin, welche von noch unvergleichlich tieferen Abstufungen an ihrer Ostseite begleitet sind und einen ganz ähnlichen Verlauf besitzen. Chara-narin-ula und Ala-shan haben vor sich das Tafelland Ordos und stellen den gestauten Aussenrand der Altaiden dar. Der grosse Chingan, welchem die gleichfalls gefaltete Mandschurei vorliegt, mag als die letzte Aeusserung dieser vom Altai kommenden und den ganzen Süden des alten Scheitels umfassenden Faltung angesehen werden, welche sich nun in die peripherischen Ketten des Ostens einfügt.

Kuen-lun. Dieser Name erscheint, wie F. v. Richthofen gezeigt hat, bereits im Buche Yü-kung, welches in das 23. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zurückreicht. Die Ehrfurcht, welche dem Alter gebührt, umgibt diesen Namen. Schwer aber ist zu entscheiden, welches Gebirgsland im Alterthume als Kuen-lun bezeichnet wurde. Die grosse Mehrzahl der chinesischen Gelehrten, berichtet Richthofen weiter, verlegt das Gebirge Kuen-lun in die Gegend des Sternen-Meeres in der Nähe der Quellen des Hoang-ho. Daran haben wir uns zu halten.[22]

Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, dass auch die weit gegen WNW. und gegen OSO. über den Meridian des Sternenmeeres hinausragenden mächtigen Ketten vom Arka-tag (Prjewalski-Kette) bis zum Tsin-ling-shan, welche F. v. Richthofen als den mittleren und östlichen Kuen-lun bezeichnet, auf diesen Namen Anspruch haben. Richthofen setzt die W.-Grenze des mittleren Kuen-lun beiläufig in den 89. Längengrad. Die heutige Kenntniss von der westlichen Strecke des Arka-tag möchte wohl gestatten, sie bis 87° oder 86° 30′ zu verschieben. In Bezug auf das Gebirge aber, welches W. von 86° 30′ liegt, scheinen mir die seither gesammelten Erfahrungen eine abweichende Auffassung und die Abtrennung vom westlichen und mittleren Kuen-lun zu rechtfertigen.

Bogdanowitsch hat die Einheit des bogenförmigen Rahmens betont, welcher die Niederung des Jarkend-darja umgibt. Dieser

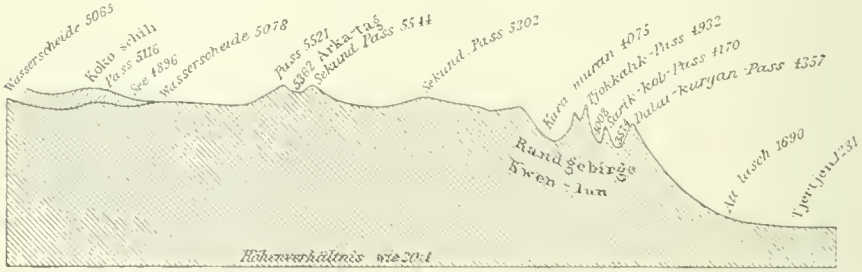


Fig. 13. Durchschnitt von Koko-shili zur Ebene des Tjertjen-Darja (nach Sven-Hedin)
Was hier als „Randgebirge Kwen-lun" bezeichnet ist, entspricht dem Jarkend-Bogen

Bogen reicht vom Mustag-ata-Gebirge im Nordwesten bis zum Gneisszuge San-sjan-tsy bei Ansi im Nordosten. In Ermangelung eines besonderen Namens wird es hier als West-Kuen-lun oder auch als der Jarkend-Bogen bezeichnet.[23]

Im Nordwesten ist dieser Bogen breit und aus mehreren hohen Gebirgen bestehend, in seiner Mitte ist er hoch, aber schmal und von Querthälern durchbrochen; gegen NO. löst er sich in lange und hohe, wechselständige Kulissen auf, zwischen welchen die Flüsse Raum finden, um hervorzutreten. Diese Kulissen, namentlich Altyn-tag, Anembar-ula und San-sjan-tsy, behaupten aber die dem Bogen zukommende Richtung ONO. und NO. und alle einzelnen Züge des Nan-shan werden an ihnen scharf abgelenkt, wie bereits gezeigt worden ist. So, sagten wir,

entstehen Räume wie Syrtyn, Tsaidam und jener der See'n Kum kul, der Schaarungswinkel flacht sich aus und endlich erlangt die Prjewalski-Kette einen fast geradlinigen Lauf. Mit diesem erreicht ihre hohe und mächtige Masse etwa in 86° 30′ die südliche Seite des Bogens und verschmilzt mit derselben eine Strecke weit wahrscheinlich zu einem morphologisch einheitlichen Stücke. Aber es reicht hin, die Profile von Bogdanowitsch zu betrachten, um zu erfahren, dass im Meridian von Kopa nur mehr eine Hauptkette vorhanden ist, und zwar die russische Kette (Akkar-tscheliktag).[24]

Wir betrachten Arka-tag oder die Prjewalski-Kette als denjenigen Theil des mittleren Kuen-lun, welcher am weitesten gegen West vordringt, nämlich zwischen 86° und 87° ö. L. Er ist in sehr bemerkenswerther Weise ausgezeichnet durch das Auftreten jungvulcanischer Felsarten. Die ersten sicheren Nachweise stammen von Dutreuil du Rhins, welcher blasige basaltische Schlacke aus dem Gebirge W. vom Atschit-nor brachte.[25] H. d'Orléans und Bonvalot erwähnen an mehreren Stellen Vulcane und Schlackenfelder, doch fehlen die näheren Nachweise. Dasselbe gilt von Littledale's Angaben. Dagegen hat Sven-Hedin schon nahe dem W.-Ende des Arka-tag in 86° und noch an mehreren Stellen der Südseite dieses Gebirges Tuff und ergossene Decken gesehen; das Gestein von einem Punkte in 87° 30′ ist nach Bäckström ein offenbar junger Bronzit-Andesit.[26]

Zahlreiche Ketten, alle mehr oder minder gegen OSO. verlaufend, schliessen sich an die Prjewalski-Kette, begleiten den Südrand von Tsaidam und erreichen S. von dem Plateau von Balekun-gomi, unter den Namen Sjan-si-bei, Ugutu u. A. den Hoang-ho. Prjewalski wusste bereits, dass die Kette Djupar, O. vom Hoang-ho, als ihre Fortsetzung anzusehen sei. Futterer ist von dem Gebirge Süd-Kuku-nor über die Dabasun-Gobi und jene östlichen Theile der N.-Tsaidam-Kulissen, welche Obrutschew das Semenow-Gebirge nennt, gegen Süd zum Hoang-ho gezogen. Er fand, dass das Semenow-Gebirge, den anderen Kulissen entsprechend, aus alten Felsarten mit vorgelagertem Carbon besteht, und sich gegen Balekun-gomi, d. i. gegen OSO.,

fortsetzt. Weiter im Süden erreichte er O. vom Hoang-ho das Djupar-Gebirge und traf nicht nur hier, sondern auch bis zur Wasserscheide des Tao dasselbe Str. OSO. Hiedurch wird in sehr erwünschter Weise die Verbindung hergestellt mit den Beobachtungen, welche aus dem Thale des Tao vorliegen.[27]

Unter den vielen Verdiensten, welche sich Obrutschew um die Erforschung des Baues von Inner-Asien erworben hat, möchte ich die Herstellung des fast vier Breitegrade langen Querprofils von Lan-tshou bis in das Rothe Becken darum in eine vordere Reihe stellen, weil nun ein Urtheil über die Verbindung der westlichen Gebirge mit dem Tsin-ling-shan erleichtert ist.[28]

Den nördlichen Theil dieser Strecke, das hochliegende, aus Gobi-Ablagerungen bestehende Plateau von Di-dao und den Tshan-fan-shan, welcher als die nördlichste der zum Tsin ling-shan streichenden Ketten angesehen wird, haben wir bereits erwähnt. Die Gobi-Schichten richten sich an seinem Nordabhange auf, ganz wie am Süd-Abhange von S.-Kukunor. An diesem Nord-Abhange (nach der Marschroute etwa in 103° 50′ ö L., 35° 9′ n. Br.) erscheint Basalt, vielleicht als eine Fortsetzung der für die Prjewalski-Kette so bezeichnenden jungvulcanischen Vorkommnisse.[29] Tshan-fan-shan besteht aus gefalteten palaeozoischen Sedimenten, Str. WNW., 280—300°, an seiner Südseite mit Knorria und Lepidodendron.

In den gegen Süd folgenden Ketten beherscht die Gesteine durch 200 Werst, nämlich bis in die Gegend der Mündung des Flusses Djorni in den Pei-shui (etwa 33° 25′ n. Br.) dasselbe Str. WNW. bis NW. Dieses ist die Strecke, auf welcher die westlichen Gebirge hinüberziehen zum Tsin-ling-shan. Obrutschew erwähnt auf dieser ganzen Linie keinen bedeutenden Zug von Gneiss oder Granit; da und dort erscheinen ältere Schiefer, aber im Grossen ist es nur eine Folge von dicht gedrängten palaeozoischen Falten, in denen Spuren von devonischen und carbonischen Versteinerungen getroffen wurden. Sie bilden nacheinander die Gebirgszüge Tshan-fan-shan, Sjao-shan (3400—3600 M.), die Wasserscheide Ya-lin (2810 M.) zwischen Tao und Pei-shui, bis über welche die rothen Gobi-Ablagerungen an den Abhängen des

Ya-lin-shan hinaufzureichen scheinen, dann die felsige Kette Min-shan (4000 M.), welche auf der Linie des Profils eine gegen SW. überstürzte Synclinale von Ueberkohlen-Sandstein erkennen lässt.

Aus Obrutschew's genauen Angaben lässt sich ferner entnehmen, dass etwa S. von der erwähnten Mündung des Djorni und in der Nähe der Stadt Tsy-tshou eine Veränderung im Streichen der Falten eintritt. Schon oberhalb dieser Stelle werden ältere chloritische, auch turmalinführende Schiefer häufiger. Nun wird die Richtung der Falten dort, wo der Pei-shui im Bogen das Gebirge Lin-jan-shan durchbricht, eine Strecke weit OW. mit Ueberfaltung gegen Süd, und hierauf wendet sich das Streichen gegen NO. 60—80° um nochmals im Pa-nan-shan nach OW. zurückzukehren und endlich im Pi-shan ganz die Richtung NO. 60° anzunehmen, welche durch 50—60 Werst bis zum Rande des Rothen Beckens anhält.

Dieses südliche, gegen NO. streichende Gebirge ist, wie man sieht, durch vermittelnde Falten mit den WNW. streichenden Falten verbunden. Es besteht im Norden aus altem Schiefer, namentlich Chloritschiefer und Phyllit, weiter im Süden, im Dali-shan, aus palaeozoischen Sedimenten, und zwar Obersilur oder Devon, dann Fusulinenkalk. Hier tritt Ueberfaltung gegen SO. ein. Nun folgen transgredirend die mächtigen Randconglomerate des rothen Beckens. In den pflanzenführenden Schichten desselben sieht man leichtere posthume Bewegungen.

Die Stadt Lan-tshou liegt W. von 104° ö. L.; das eben erwähnte Profil durch das gegen NO. streichende Gebirge mit Pi-shan und Dali-shan liegt zwischen 105° und 105° 45′. Die Querprofile über den Tsin-ling-shan, welche Richthofen, Lóczy und Obrutschew geliefert haben, liegen zwischen 106° 30′ und 107° 30′.

Wir haben bereits aus Richthofen's Arbeiten erfahren (II, 234), dass dieses grosse Gebirge, obwohl der äusseren Gestalt nach ziemlich einheitlich, dennoch aus zwei Gebirgen von verschiedener Richtung besteht. Das nördliche, der eigentliche Tsin-ling-shan, reicht vom Thale des Wei bis zur Granitmasse von Lju-pa-ting und besteht, gleich einem normalen, einseitigen Gebirge, aus einer Zone von Gneiss, einer zweiten von altem Schiefer mit discor-

dant aufgelagertem Ober-Carbon und einer palaeozoischen Zone, aus welcher der Granitstock von Lju-pating, umgeben von einem Contacthofe, aufragt. Tsin-ling-shan streicht W. 12° N. (282°). Diese Richtung entspricht im Westen genau der Richtung der WNW. streichenden Falten vom Tshan-fan-shan bis zur Mündung des Djorni und diese Gruppe von Ketten ist ohne Zweifel als die Fortsetzung des Tsin-ling-shan anzusehen.

Südlich vom Tsin-ling-shan und der Granit-Masse von Lju-pa-ting folgt im Osten eine schmale, vielleicht carbonische, eingeklemmte und durch Anschaarung verschobene Zone.

Richthofen vergleicht den Tsin-ling-shan einem schweren Stabe, welcher auf ein in parallele Falten geworfenes Tuch unter schiefem Winkel zur Richtung dieser Falten gelegt und gegen dieselben rechtwinklig zu seiner Axe fortgeschoben wird, bis sich die Falten zur völligen Anschaarung umbiegen.[30] Diese verschobene Zone möchte im westlichen Profile der viel breiteren Zone mit zwischen WNW., OW. und NO. wechselndem Streichen von der Mündung des Djorni bis zum Pi-shan zu vergleichen sein.

Endlich folgt im Osten das zweite Gebirge, Ta-pa-shan, Str. ONO., aus einer Zone von altem gneissähnlichen Schiefer, zumeist senkrecht gestellt, dann aus palaeozoischen Schichten gebildet, welche südwärts überschoben, in Schuppen gelegt, endlich von den pflanzenführenden Schichten des rothen Beckens überlagert sind. Pi-shan und Dali-shan sind im westlichen Profile ihre unmittelbare Fortsetzung. Hier ist das Streichen aus ONO. in NO. übergegangen, entsprechend dem weiter folgenden Anschmiegen an die nach Yünnan ziehenden Gebirge.

Wir wollen nun vorläufig von dem gegen SW. abschwenkenden Ta-pa-shan absehen und nur den eigentlichen Tsin-ling-shan betrachten. Obwohl er eine einfache, gegen Süd einseitige und vor dem Ober-Carbon aufgerichtete Kette darstellt, entspricht ihm doch gegen WNW. eine ganze Reihe von Ketten, wie Tshan-fan-shan, Sjao-shan und Min-shan, dann noch weiter in WNW. Djupar, San-si-bei, Ugutu, Amnje-matschin, ferner Rockhill's Carolinen-Gebirge, Burchan-budda, alle Ketten, welche den Südrand von Tsaidam begleiten, Marco Polo, vielleicht auch Columbus und

die Ketten von SW.-Tsaidam, südlich von diesen Koko-shili, endlich Arka-tag (Prjewalski-Gebirge). Das ist wirklich die gegen WNW. quer durch das mittlere Asien ziehende, mächtige und fast gerade Reihe von Gebirgen, wie sie vor Jahren bereits Richthofen als ein wahrer Pfadfinder erkannte, und welche den alten Namen Kuen-lun zu tragen hat.

Nähere Betrachtung zeigt, dass die gewaltigste Entwicklung der Erdfalten in der Mitte und weiter gegen den Westen dieser Reihe liegt. Dort sind die Thalsohlen an ihren tiefsten Stellen weit höher als die Gipfel des Tsin-ling-shan, und dieser ist trotz seiner Länge und seiner Höhe doch nur ein Ausläufer der Fluth von Ketten, welche in den Meridianen von Tsaidam und Kuku-nor hintereinander folgen. ‚Das Hochland von Tibet,' sagt Bogdanowitsch, ‚verfliesst im mittleren Kuen-lun mit dem Gebirgslande des Nan-shan und noch weiter mit Bei-shan. Hier gehen wir durch fast ununterbrochene Bergketten vom Kuen-lun-System zum Tian-shan-System über.'[31]

Man sieht in der That, dass alle diese mächtigen Ketten dieselbe WNW.- bis NW.-Richtung verfolgen, wie die Ketten des Nan-shan. Diese letzteren aber, wie das Richthofen-Gebirge, Tolai-shan, Alexander III. u. A. sind bald Streifen gefalteter Sedimente, bald lassen sie an einem ihrer Abhänge Gneiss hervortreten, bald bestehen sie, wie S.-Kuku-nor, vorwaltend aus Gneiss. Jede dieser Ketten kann als eine morphologische Einheit aufgefasst werden; keine besitzt tektonische Selbständigkeit, sondern sie sind alle miteinander die Transversalwellen der anschwellenden faltenden Bewegung, welche zwischen der Tafel von Ordos im Osten und dem Bogen des Anembar-ula (Jarkend-Bogen) im Westen sich hindurchdrängt. Ein Theil der Falten, festgehalten durch Ordos, hat sich gegen Ala-shan zurückgewendet. Sobald aber die Enge passirt ist, verlängern sich nach beiden Seiten die Transversalwellen. So geht aus dem Nan-shan der Kuen-lun hervor. Auf diese Art entsteht am Südrande der sinischen Scholle der nach Süd gefaltete Tsin-ling-shan und am südlichen Rande des Jarkend-Bogens der mächtige Arka-tag.

Das Hervortreten der westlichen Zweige. Ein Versuch, alle die aufopferungsvollen Bemühungen zu schildern, welche in den letzten Jahrzehnten gemacht worden sind, um den Verlauf der tibetanischen Ketten festzustellen, würde mich weit über den Rahmen hinaustragen, welchen ich mir hier vorgezeichnet habe. Potanin, H. Bower, Littledale, Bonvalot, Henri d'Orléans, Dutreuil de Rhins, Rockhill und viele andere muthige Reisende haben nacheinander Licht gebracht in einzelne Theile der riesigen Kulissen, welche die Abschwenkung in die Richtung des Meridians vollziehen. Aus allen diesen, selbstverständlich zumeist nur die Gestalt der Oberfläche betreffenden Angaben mag hier eine grosse Leitlinie herausgehoben sein, nämlich der Zug von Kalkstein, welcher mit stetigem Str. OSO. durch viele Tagereisen den Weg Rockhill's begleitete. Dieser Zug, dessen Länge nach Rockhill's Karte wohl 500 Kilom. übersteigen mag, gelangt bei dem Flusse Nashe-dshu (93° v. Greenw., 32° n. Br.), von der Südseite des Dang-la herkommend, an die Strasse nach Dshamdo, bildet in seiner weiteren Fortsetzung gegen OSO. wahrscheinlich einen Theil des mächtigen Gebirgsstockes Ramnon-gang-ri und zieht noch weiter in derselben Richtung fort.[32] Dann beginnt statt OSO. die SO.-Richtung der Gebirgszüge hervorzutreten, welche auch in der Beugung der Flussthäler kennbar ist. Noch bei Draya traf Rockhill Kalkgebirge. Um $1^{1}/_{2}$ Breitegrad südlicher, bei Yarkala am Me-kong (beil. 29° n. Br.), ist die Stelle erreicht, an welcher Desgodins obercarbonische (oder permische) Fossilien antraf. Hier herrscht Str. SSO., und Lóczy ist es gelungen nachzuweisen, dass versteinerungsführendes Ober-Carbon des Horizontes von Loping vom Rücken Dengu-la (29° 10′ n. Br.) höchstwahrscheinlich mit dem Ober-Carbon von Yarkala sich vereinigend, durch mehr als 3 Breitegrade in der gleichen Richtung den Yang-tse-kiang begleitet. Bei Tshung-tjen (28°) sind demselben Schollen von Trias aufgelagert; noch bei I-yang-tang (26° 25′) führt derselbe Schwagerina cratículifera und bis südlich von 26° n. Br., N. von Ta-li-fu, hat Lóczy diesen merkwürdigen Zug von Ober-Carbon verfolgt.

Ganz wie in den Oasen von Kansu und in so vielen anderen Gebirgen Eurasien's liegt das Ober-Carbon discordant auf einer

älteren gefalteten palaeozoischen Serie; es hat selbst nachträgliche Faltung erlitten.[33]

Wir treten nun völlig in das Gebiet des burmanischen Randbogens ein und durchqueren seine einzelnen Zonen in der Richtung gegen SW. Der palaeozoische und insbesondere obercarbonische Zug, welchen wir soeben von Batang bis in die Nähe von Tali-fu begleitet haben, wird gegen W. von dem aus krystallinischem Schiefer bestehenden Zuge des Tsang-shan begrenzt. Jenseits desselben folgt eine breite Zone von flyschähnlichem Sandstein, und dieser folgt zwischen dem Me-kong und dem Salwin nochmals eine gefaltete palaeozoische Zone. Aus derselben kennt man durch Lóczy obercarbonische Fossilien, namentlich östlich von Young-tshang-fu, und zwischen diesem Orte und dem Salwin traf derselbe bei Pu-pjao Silur mit Spuren von Trilobiten und grossen Tafeln einer Cystoidee (Hemicosmites? spec.). Das Streichen ist hier nicht mehr SSO., sondern NS.[34]

Der nun folgende Siang-shan bildet die Wasserscheide zwischen Salwin und Irawadi; er zieht von N. gegen S., besteht aus Gneiss und Phyllit und bildet den Beginn einer ausgedehnten Zone von älteren, vorwaltend granitischen Felsarten, welche von hier bis gegen Bhamo reichen. Westlich von dieser Zone liegen abermals, O. und W. von Merid. 97°, die Anzeichen einer palaeozoischen Zone, von Noetling für Carbon gehalten, und jenseits derselben nach den Beobachtungen von Griesbach und Noetling noch eine Zone von Gneiss und anderen Felsarten, welche bis Mogaung und im Süden bis Htygaing (Tu-gaung) reicht.[35]

Ein Blick auf Taf. X zeigt aber, dass diese zahlreichen Zonen oder Kulissen nicht völlig parallel sind. Insbesondere tritt von Tshung-tjen bis Tali-fu deutlich eine Abweichung gegen SSO. hervor, während die westlichen Züge NS. streichen. Etwas weiter im Süden prägt sich zwischen Salwin und Irawadi das Auseinanderweichen der Leitlinien in noch viel höherem Grade aus.

Durch die indische Landes-Aufnahme, namentlich durch die Forschungen von La Touche und Datta im N.-Theile der Shan-Staaten und jener von Middlemiss in ihrem S.-Theile und bis Karenni hinab ist es möglich, hier einen Ueberblick zu gewinnen.[36]

La Touche und Datta haben das Gebiet zwischen 23° und 22° n. Br. und 96° und 98° ö. L. durchreist. Das allgemeine Streichen schwankt hier zwischen NNO. und ONO. Die Eisenbahn und Strasse, welche von Mandalay gegen NO. über Thibaw nach der Fähre von Kunlon am Salwin gebaut werden, liegen auf längere Strecken im Streichen der Gesteine. Die ältesten Felsarten liegen im Westen; in der Nähe von Mandalay erscheinen die tiefsten, möglicher Weise cambrischen Schichten, dann Unter-Silur, Ober-Silur, ein eingefalteter rother Sandstein, endlich die junge Ebene am Salwin, mit wenig gestörten, vielleicht zur Sewalik-Gruppe gehörigen Sedimenten.

Das Silur, in Falten gelegt, bietet grosse Mannigfaltigkeit. Lóczy's eben erwähnte Cystoideen-Platten von Pu-pjao liegen in einem gelbbrauen Crinoidenkalk und sind durch ihre Grösse sehr auffallend. Bei dem ersten Betreten des Kalkgebirges im Osten von Mandalay wurde Noetling's Aufmerksamkeit gleichfalls gefesselt durch eine riesige Cystoidee in rothem Crinoidenkalk, welche er Echinosphaerites Kingi nannte. Die Ablagerungen wurden dem Echinosphäriten-Kalkstein des baltischen Unter-Silur gleichgestellt.[37] La Touche hat in den auflagernden Schichten auch Graptolithen-Schiefer entdeckt.

Nach dem allgemeinen Streichen der Schichten zwischen Mandalay und Kunlon meine ich in der That annehmen zu müssen, dass die palaeozoische Zone, welche W. von Young-tshang-fu vom Salwin durchschnitten wird, von hier an gegen SW. streichend, den Irawadi bei Mandalay erreicht, dabei abweichend von der Richtung, welche die Berge von Tali-fu verfolgen. Die Leitlinien treten auseinander, und zwar wahrscheinlich in der Gegend des flyschähnlichen Sandsteins, welchen Lóczy zwischen 26° und 25° n. Br. zwischen Tali-fu und Young-tshang-fu gekreuzt hat, und durch welchen hier der Me-kong fliesst.

Im Süden von Mandalay lehrt Middlemiss folgendes. Das allgemeine Str. SW. ist nicht mehr kennbar; die herrschende Richtung ist wieder NS. Oestlich vom Irawadi tritt Gneiss wieder hervor in einem Zuge von beträchtlicher Länge, aber nicht be-

deutender Breite. Er erhebt sich steil über die Fläche der Alluvien, ohne Vorberge, im Westen abgeschnitten durch eine lange NS.-Verwerfung. Gegen OW. folgt dem Gneiss eine Zone von krystallinischem Schiefer, dann ein sehr weites Kalk-Plateau, an der Oberfläche wasserlos mit unterirdischen Flüssen, stellenweise 4000, im Loi-Sampu etwa 5000 Fuss erreichend. Dieses ist das eigentliche Shan-Plateau. Der Kalkstein ist gefaltet und die Falten sind abradirt. Die Silur-Versteinerungen der nördlichen Shan-Staaten wurden noch nicht gefunden. Alle bisher entdeckten Fossilien gehören dem Middle-Productus-limestone (Perm) an. Griesbach vermuthet die Fortsetzung der gleich alten Kalksteine von Moulmein. Noch weiter im Osten sieht man in eingefalteten Zügen den rothen Sandstein des Nordens wieder; Middlemiss hält ihn für tertiär.

Der Gneisszug, welcher die Alluvien des Irawadi in Karenni begrenzt, ist offenbar derselbe, welcher an der Mündung des Sittoung die Nähe des Meeres erreicht. Ich glaube annehmen zu sollen, dass die palaeozoische Zone von Young-tshan-fu dieselbe ist, welche O. von Mandalay vorbeizieht, sich in das grosse Plateau der S.-Shan-Staaten fortsetzt und in der Nähe der Mündung des Salwin das Meer erreicht. Hieher dürften auch noch die carbonischen Vorkommnisse gehören, welche Noetling von Therabwin bei Tenasserim beschrieben hat, und möglicher Weise sogar auch jene von Ost-Sumatra.[38]

Vor wenigen Jahren waren nur geringe Spuren dieser Vorkommnisse bekannt (I, 585). Heute vermag man zu erkennen, dass die auf Taf. X zwischen 96° und 99° verzeichneten Gneisszüge nur am Sittoung bis in die Nähe des Meeres gelangen und dass die Kulissen von alten Felsarten, welche, schräge hinter einander gestellt, die malayische Halbinsel bilden, einem weiter gegen Innen liegenden Gebiete des gesammten Aufbaues angehören und im Norden, an der Spaltung zwischen Tali-fu und Young-tshang-fu, nicht vorhanden sind.

Als Lóczy den oberen Shweli gekreuzt hatte, sah er sich mit Erstaunen bei Teng-jueh-tshou, mitten in den alten Felsarten, umgeben von jungem Andesit. Noetling verzeichnet junge Ba-

salte im Thale des Irawadi in zwei Reihen N. von Bhamo, etwa bis gegen 25° 30′ hinauf, und weiter gegen NW., in der Nähe der Nephrit-Minen von Sanka, erscheint gleichfalls Basalt. Vielleicht sind die Basalte von Bhamo als die Vorläufer der langen Linie von Vulcanen anzusehen (I, 583), deren nördlichsten, Hoshuen-shan (23° 20′ n. Br.) Lóczy beschrieben hat.[39]

Wir wollen nun auf Grund von Taf. X. einen Ueberblick versuchen.

Im NW. dieser Skizze erscheint der östliche Theil der höchsten Gneiss-Spitzen des Himálaya (6939 M.); gegen S. werden die Gipfel niedriger (3679 M.) und wo der Fluss Dikrang das Gebirge verlässt, tauchen nach Godwin-Austen (I, 578) Ablagerungen der Gondwána-Reihe unter den Gneiss, und unter diese neigen sich die tertiären Lagen der Subhimalayan-Group, welche mit einem etwa 900 M. hohen Abfalle gegen die Alluvien des Brahmaputra enden. In der Nähe von Sibsagar liegen diese Alluvien nur 95 M. über dem Meere.

S. von dieser Strecke, jenseits des Brahmaputra, ist der O.-Rand des Plateau's von Shillong (I, 527) sichtbar, welches am 12. Juni 1897 der Ausgangspunkt des gewaltigsten Erdbebens des XIX. Jahrhundertes gewesen ist. Seinen S.- und SO.-Rand bildet nach Medlicott und F. H. Smith eine grosse Flexur.[40] Hier besteht er aus Gneiss mit aufgelagerten horizontalen Schollen der mittleren Kreide. Vereinzelte Kuppen dieser gegen N. sanft abdachenden Gneissmasse sind N. vom Brahmaputra, wenig W. von der Grenze der Karte, sogar bis innerhalb der tertiären Vorberge des Himaláya sichtbar.

Wir erreichen nun den gegen NW. überfalteten Aussenrand der Nága-Berge, welche die N.-Fortsetzung des Faltenzuges von Arrakan sind; der Brahmaputra trennt sie vom Himálaya und der Dhansiri vom Plateau von Shillong; Mallet hat den NO.-Theil beschrieben (I, 580). Was hier als ‚Axial-Group' bezeichnet wird, ist wahrscheinlich ein cretacischer Flysch, vielleicht sind es z. Th. auch durch Druck hoch veränderte alttertiäre Sedimente.[41] Mit te_1 ist eine eocäne kohlenführende Schichtreihe bezeichnet; a, a, a ist ein streichender Bruch am Aussenrande.

Die gegen S. in der Richtung gegen Manipur gelegenen Theile dieses Gebirges kennen wir durch R. Oldham (I, 581). Hier zeigt die Axial-Group im Norden, Str. NS., und so weit sie bekannt ist, senkrechte Stellung; im Süden, wo ihre Zone viel breiter ist, sieht man von W. her, durch die ganze Breite über die Ebene von Manipur und Tusom, Fall. O. oder OSO., so dass der Eindruck erzeugt wird, als seien Schuppen vorhanden. Von Tusom bis über den Serpentinzug hinaus ist das Fallen entgegengesetzt, W. u. WNW., so dass das Ganze einen asymmetrischen Fächer zu bilden scheint. Die Zusammensetzung der hohen Kette, welche von dem O.-Flügel des Fächers gegen NNO. zieht (Saramethi, 3815 M.), ist unbekannt.

Die jüngeren Tertiär-Schichten (*subhim.*) liegen discordant auf der Axial-Group, sind aber gegen die Mitte und den Osten des Gebirges bis zu grossen Höhen emporgetragen. In der Nähe von Samaguting und von Yemi kennt man im Sandstein Bivalven; sonst erscheinen Pflanzenreste, wohl auch Bernstein. Im Osten, gegen den Chindwin, wo sie den Kachaophung (2451 M.) bilden, enden sie, etwa 20° O. geneigt, mit den hohen Angochim und Kasom Escarpments.

Nun ist Noetling's Arbeitsfeld in Ober-Burma erreicht.

Die Irawadi-Group ist eine tertiäre Delta-Bildung, in welche Reste der Sewalik-Fauna eingeschwemmt sind.[42] Die nächst ältere ist die marine Pegu-Group, von miocänem, oder, wie vielleicht das Vorkommen von Anthracotherium andeutet, von aquitanischem Alter. Sie ruht auf eocänen Schichten mit Nummuliten und mit Velates Schmideliana. Aus dem tertiären Lande tritt der aus Quarz-Diorit bestehende Zug der Mainthong Hills bei Wuntho hervor[43] und bei Hty-gaing am Irawadi, N. vom Vulcan Ho-shue-shan, ist der Rand des grossen westlichsten Hauptzuges der alten Felsarten des burmanischen Bogens erreicht.

Aus diesem Zuge selbst tritt, von jungen Eruptiv-Gesteinen begleitet, bei Bhamo der Irawadi hervor.

Von hier an ist Lóczy unser Führer und wir gelangen in die langen Kulissen von Gneiss, getrennt durch eng eingefaltete palaeozoischen Züge, ausgezeichnet durch die Transgression des

Ober-Carbon.[44] Wir kreuzen den Mekong und die Region des Auseinandertretens der Ta-li-Ketten. Wir erreichen den Yang-tse-kiang, dann den See von Ta-li mit den Paludinen von levantinischem Typus und die Trias-Ablagerungen von Tshung-tjen. Kulissen von gleichem Baue wiederholen sich von Batang bis gegen Ja-tshou-fu und beugen sich in ihrer Gesammtheit gegen WNW., in die Richtung von Dang-la, Dumbure und der anderen tibetanischen Ketten.

Die Zusammenfügung der Beobachtungen leidet hier allenthalben an den Abweichungen der geographischen Unterlage. Versucht man trotzdem, die Ergebnisse der beschwerlichen Reise des Prinzen Henri d'Orléans von Yünnan nach Assam in diese Skizze einzufügen, so ergibt sich folgendes.[45]

Der Pic François Garnier liegt in etwa 28° 15', W. vom Me-kong, in der Kette, welche diesen vom Salwin trennt. Von hier gegen West konnte festgestellt werden, dass der östlichste und zugleich längste Zulauf des oberen Irawadi, Turong, kaum über 28° 30' n. Br. reicht und dass das ganze Flussgebiet des Irawadi gegen Nord abgegrenzt ist durch die vom obersten Turong gegen WSW. verlaufende hohe und schneebedeckte Kette Zayul, von welcher die Wässer südwärts zum Irawadi und nordwärts zum Zayul Tshu (Lohit Brahmaputra) fliessen. In dieser Zayul-Kette wird eine Fortsetzung der Ketten des Himálaya vermuthet, und ihre Richtung scheint diese Vermuthung zu rechtfertigen. Aber der Bau des Thales des Brahmaputra bei Dibrugarh macht diess unwahrscheinlich, und ich möchte in der Zayul-Kette eher eine über den Oberlauf des Dihang-Flusses hinausreichende Fortsetzung jener Kette sehen, welcher der oben genannte Saramethi angehört, und welche wohl noch den Patkoi-Bogen zugezählt werden kann.

Der Irawadi würde hienach ganz innerhalb der Kulissen des burmanischen Bogens liegen und die durch den östlichen Himálaya veranlasste Beugung dieser Kulissen und die Richtung ONO. würden sich bereits in 98° 30' ö. L. bemerkbar machen.

Die Theilung der Ketten. Wir haben die Divergenz der Gebirgszüge kennen gelernt, welche W. von Ta-li-fu besteht.

Eine breite Zone von Sandstein, von Lóczy als flyschähnlich bezeichnet, schaltet sich ein. An ihrem westlichen Rande fliesst der Me-kong und wendet sich gegen SO. Bei Meng-huating, S. von Ta-li-fu, an den obersten Quellen des Rothen Flusses, traf Colquhoun eine weite Ebene, und dieselbe Ebene ist es, welche d'Orléans am Me-kong S. von 25° antraf und welche sich bis 24° erstrecken dürfte.[46] Weiter gegen SSO. liegt die Ebene von Semao, von welcher Carey vermuthet, dass sie sich in gleicher Richtung bis in die Ebenen des französischen Laos fortsetze, und diese Gegenden dürften dem östlichen Zweige der Ketten angehören, da Carey W. von Semao den Me-kong (672 M.) eingeschlossen fand zwischen 1500 M. hohen Gebirgszügen.[47]

Um den weiteren Lauf des Me-kong zu verstehen, muss man dem Laufe des vom französischen Laos herabkommenden Nam-hu Aufmerksamkeit schenken, welcher bei Luang-Prabang mündet. In der That kann man den Me-kong in mehrere Theile trennen. Der obere Me-kong bis Kjang-sen an der Grenze von Siam gleicht in seiner Richtung völlig den anderen grossen Strömen, welche aus den burmanischen Ketten gegen Süden fliessen. Der Nam-hu sammt der Strecke des Me-kong bis Muang-kan-tao bildet ein zweites ähnliches Stück. Beide sind durch das Querstück Kjang-sen bis Luang-Prabang verbunden. Ein zweites Querstück reicht bis in die Gegend von Patshum. Dann folgt der Unterlauf, zuerst folgend der Richtung der Cordillere von Annam, welche die Küste begleitet, dann vertheilt und richtungslos im weiten Flachlande.

Bei Lakon (17° 20′) streichen nach Joubert Züge von steil aufgerichtetem Kalkstein N. 47° W., daher ziemlich parallel dem Flusse selbst und der gegen O. liegenden Cordillere, welcher sie vielleicht als Vorberge angehören. Weiter nach aufwärts, oberhalb Patshum, tritt eine völlige Aenderung ein. Bei Vienshang traf Joubert den Strom eingeengt durch hoch aufgerichtete, auch senkrechte Bänke von Sandstein und Arkose und stark zerknitterte Schiefer mit Spuren von Anthrazit. Gefalteter Schiefer und Quarzporphyr begleiten nun den Me-kong, namentlich Talkschiefer, Str. NO. Die höheren Berge bestehen aus Kalkstein. So bleibt die Beschaffenheit der Ufer bis Luang-Prabang.[48]

Counillon hat die Vorkommnisse im Knie von Luang-Prabang beschrieben. Auch hier herrscht Str. NO., entsprechend einem Arm des Knie's. N. von der Stadt sieht man zuerst grauen Kalkstein, fast horizontal, mit Spiriferina, Rhynchonella, Lima und Avicula. Durch einen Alluvial-Streifen getrennt, folgt rother Thon, erst SO., dann NW. geneigt, mit Pflanzenresten und Bruchstücken grosser Reptilien; er wird dem oberen Theile der indischen Ranigani-Gruppe gleichgestellt. Dann folgt Kalk und Grauwacke. Fall. NW., mit Pflanzenresten und kleinen Productiden; dann violetter Thon, an seiner Basis ein Conglomerat mit Schwagerina in den Kalkgeröllen, in den höchsten Lagen ein Rest von Dicynodon. Weiterhin trifft man nach einiger Unterbrechung harten grauen Sandstein.[49]

Ueber die noch weiter oberhalb liegenden Strecken des Me-kong sind die Berichte weniger ausführlich, doch erkennt man aus Joubert's Reise, dass Sandstein und Schiefer, auf den höheren Bergen Kalkstein, andauern bis gegen Lim (20° 45'), wo endlich die Schiffahrt durch Riffe allzu beschwerlich wird. Höheres und zusammenhängendes Bergland liegt gegen West.

Wir haben gesehen, dass die sonst so regelmässig gebauten burmanischen Ketten in Ober-Burma eine Ablenkung von Kunlon am Salwin über Thibaw gegen Mandalay in der Richtung SW. erfahren und dann ihren Lauf gegen S. fortsetzen.

Es ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, dass dieselbe Beugung sich ausprägt in dem Laufe des Me-kong von Kjanglun bis Kjang-sen und das herrschende Str. NO., welches bis Vien-shan herab beobachtet wurde, stimmt damit überein. Es sagt uns, dass die früher genannten Querstücke wahre Querthäler sind, dass der obere Me-kong bis Kjang-sen und der Nam-hu sammt dem gleichgerichteten Stücke des Me-kong bis Muang-kan-tao in der That, wie die burmanischen Flüsse, wenn nicht genau, so doch annähernd der Structur des Gebirges entsprechen. Die Richtung der Falten am Me-kong zwischen Kjang-sen und Vien-shan ist dieselbe wie zwischen Salwin und Irawadi, aber anstatt nach der Ablenkung gegen SW. den Lauf gegen S. wieder aufzunehmen, dachen sie

ab und verschwinden unter der Ebene von Siam. Ein guter Theil der oberhalb Kjang-sen sich erhebenden Ketten mag durch die Teck-Waldungen in die Berge O. von Moulmein fortsetzen. Dieses Verhältniss ist z. B. auf Black's Karte von Siam kennbar.[50]

Der Bau der Höhen NO. von Bangkok zwischen 14° und 15° n. Br. ist mir leider unbekannt. Ich kenne auch nicht das Alter und die Zugehörigkeit der Saphir- und Rubin-Minen der Provinz Battambang und der Höhen von Chantabun. An diese knüpft sich aber eine wichtige Frage. Nach dem eben Gesagten kann nicht gezweifelt werden, dass das ganze Gebiet des Menam innerhalb des hier verhüllten Verlaufes der burmanischen Faltenzüge liegt. Die beträchtliche Ausdehnung vereinzelter Vorkommnisse von Granulit und Granit aber, welche wir im Flachlande des untersten Me-kong kennen gelernt haben (II, 210), zeigt einen von diesen Faltenzügen verschiedenen Bau an. Hier liegen die Spuren einer älteren Masse, welche die Masse von Cambodge heissen mag. Die hinterindischen Ebenen sind daher von zweierlei Art. Eine genauere Kenntniss der genannten Berge im NO. und SO. von Bangkok würde auf die Abgrenzung dieser beiden Ebenen Licht werfen.

Die Nachrichten über die Geologie des Thales des Me-kong sind, wie sich ergibt, zerstreut und wenig zahlreich, aber sie scheinen in ziemlicher Uebereinstimmung zu stehen. Hienach ist eine Theilung der Ketten, wie sie W. von Ta-li-fu bemerkt wird, auch weit südlicher am Me-kong, und zwar etwa zwischen 103° und 104° ö. L., in der Gegend von Patshum zu bemerken. Die Ablenkung gegen NNO. und sogar NO., welche man am NW.-Aussenrande in den Nága-Bergen wahrnimmt, die zum Brahmaputra abdachen, gleicht jener, welche zwischen Mandalay am Irawadi und Kunlong am Salwin besteht, und diese dürfte sich, wenn auch vielleicht in abgeschwächtem Maasse, fortsetzen im Gebiete des Me-kong bis gegen Patshum.

In der Region der Spaltung liegt die Masse von Cambodge.

Das Hervortreten der östlichen Zweige. Im 30. Breitegrade hat Lóczy zwischen Ta-tsien-lu und Batang sehr hohe Gebirge durchquert. Der Gambu W. von 100° erreicht 7400 M.

und der Gipfel Dshara in Ta-tsien-lu wird noch höher geschätzt. Diese Gebirge haben fast NS.-Streichen und bestehen aus archaischen Felsarten, getrennt durch Streifen von flyschartigem Sandstein.[51] Gegen Süd vermindert sich ihre Höhe und werden sie vom Yang-tse-kiang in einem mehrfach scharf gebeugten Laufe, welcher aus Stücken von Längen- und Querthälern besteht, durchschnitten. Amundsen hat gefunden, dass der Fluss von den Schneebergen von Likiang noch viel weiter gegen Nord zurückkehrt als unsere Karten anzeigen.[52]

Von Tai-ping-tshang an der Grenze von Yünnan und Sztshwan, O. von Yung-pei-ting, daher aus dem östlichen Theile dieses Gebirges, hat Leclère Pflanzenreste gebracht, welche Zeiller dem indischen Ober-Gondwána gleichstellt.[53] Das Knie O. von der Mündung des Ya-long besteht aus Leptynit. Labrador-Melaphyr erscheint am Yang-tse-kiang. In N. Yünnan sind Ergüsse von Porphyr-Andesit unter dem Carbon eingeschaltet, und dieselben Felsarten wiederholen sich im Süden. Die Angaben von M. Lévy und Lacroix über die von Leclère gebrachten Felsarten zeigen aber auch, dass im Thale des Rothen Flusses vom Norden bis Yenbai (21° 30′) hinab archaische Schiefer vorhanden sind als die Unterlage einer palaeozoischen Serie.[54] Dort liegt auf einer Strecke von 30—40 Kilom. im Flussthale ein muthmaasslich tertiäres Kohlenrevier.[55]

Der Bezirk von Sao-bang in NO.-Tonking (etwa 22° 15′ bis 23° n. Br.) lässt nach Billot's Beschreibung allenthalben die SO.-Richtung der Höhenzüge und der Thäler hervortreten. Der SW.-Theil besteht aus altem Schiefer und Quarzit; hier sind die Höhen sanft und abgerundet. Im NO.-Theile herrscht Kalkstein, oft reich an Korallen; er bildet steile Wände und Zacken, Höhlen und grosse Kessel.[56] Auch hier sind wir am Rande des später zu erwähnenden grossen Kalk-Plateau's von Yünnan angelangt.

Wir wenden uns an die Westseite des Rothen Flusses.

Durch Douvillé und Diener wurde das Vorkommen der julischen Stufe der Trias am Oberlaufe des Schwarzen Flusses bekannt.[57] Joubert berichtet, er habe schon am oberen Schwarzen Flusse (Nam-lé-Papien) den Rand des Kalk-Plateau's von Yünnan

getroffen. Bei der Stadt Pu-erh, noch westlich vom Schwarzen Flusse, kreuzte derselbe, von W. kommend, zuerst steil aufgerichtete anthrazitische Schichten, dann Sandstein und Kalkstein von ziemlich ausgesprochener OW.-Richtung. Diese Kette ist auf Garnier's Karte als Ho-liem bezeichnet und erscheint dort als die abgelenkte Fortsetzung einer längeren, von N. herbeiziehenden Kette, welche durch den Ho-liem gegen OSO., dann noch viel weiter gegen SO. zieht. Auf der Strasse von Pu-erh gegen Lin-gan erblickte er gegen S. ein Hochgebirge, welches er auf mindestens 4000 M. schätzte. Dieses könnte seiner Lage nach wohl nur eine Fortsetzung des Ho-liem sein. Ich besitze aber keine näheren Nachweise über den Bestand dieses Gebirges.[58]

Jenseits Pu-erh liegt bei Se-mao (Szu-mao-ting) nach Bons d'Anty offenes Land, über welches sich einzelne Massen von höhlenreichem Kalkstein erheben. Es ist dieselbe Ebene, von welcher bereits gesagt worden ist, dass W. von derselben der Me-kong von SO. ziehenden Ketten begleitet wird. Somit haben wir uns dem W.-Rande der östlichen Falten und der Zone der Spaltung genähert.[59]

So gering nun auch der Zusammenhang der Erfahrungen ist, ergibt sich aus denselben doch die Bekräftigung der von Lóczy bereits vor Jahren ausgesprochenen und jetzt namentlich von Leclère wieder betonten Meinung, dass ein Theil der hohen Ketten von Yünnan aus S. gegen SSO., dann gegen SO. abschwenkend, im Sinne der Thäler des Schwarzen und des Rothen Flusses durch Tonking herabzieht, dabei an Höhe abnehmend. Von den hohen Ketten zwischen Ta-tsien-lu und Batang sind es hauptsächlich die westlichen, welche solche Länge erreichen. Im Osten treten aber verwickelte Verhältnisse ein.

Wir kehren zuerst nach Norden zurück.

Ta-pa-shan, sich anschmiegend an die Süd-Seite des Tsin-ling-shan, besteht nach Richthofen aus südwärts schuppenförmig überschobenen Falten von Silur, Devon und Unter-Carbon, auf deren abradirte Köpfe von Süden her eine transgredirende Schichtfolge sich auflagert. Diese beginnt mit einem etwa 360 M. mächtigen Kalkstein, von Richthofen für Perm oder Trias gehalten, und

erst über diesem folgen die mächtigen rothen, gelben und grünen flötzführenden Sandsteine, welche das Rothe Becken ausfüllen. Die Sandsteine sind von Staffelbrüchen durchzogen, welche gegen NW., d. i. gegen das Hochgebirge sich neigen (II, 237).

Aehnliches sah weiter im Westen auch Lóczy. Am Fusse des Nju-tu-shan (5800 M.) liegt die Ebene von Tshing-tu-fu, 120 Kilom. lang und nur 480 M. hoch. Zugleich verschwindet der mächtige Kalkstein unter dem Sandstein. Lóczy hält die Ebene für ein Senkungsfeld.[60]

Das Hochgebirge wendet sich immer mehr gegen SW., dann gegen S., die Stadt Ja-tshu-fu (531 M.) im Bogen umrahmend. Dabei sinkt es im Tauong-tin auf 4000 M., dann in dem ersten gegen Süd gewendeten Zuge auf 3200 M. An dem Ostrande dieses Zuges, SW. von Ja-tshu-fu, sieht man drei parallele Anticlinalen, in welchen die pflanzenführende Serie mit der palaeozoischen Unterlage gefaltet ist, und das höhere Gebirge ist Granit, schräge durchsetzt von einer bis 2500 M. hinaufreichenden Synclinale, welche aus Mittel-Devon mit Spirif. undiferus und pflanzenführendem Sandstein besteht. Diesen ersten gegen S. gerichteten Zug nennt Lóczy Ta-shian-ling; er ist ein Theil des östlichen Randes der östlichen Zweige.

Vom Ta-pa-shan über den Nju-tu-shan zum Ta-shian-ling ist somit ein gegen SO. concaver Gebirgsbogen vorhanden, welcher durch seine Lage einigermaassen dem Chara-narin-ula gleicht.

F. v. Richthofen zeigt, dass die Structur des Ta-pa-shan weit in SO., bei I-tshan am Yang-tse-kiang, nochmals sichtbar wird. Eine grosse Tafel von Kalkstein, von cambrischem und im obersten Theile von carbonischem Alter, zeigt W. von I-tshan eine flache Wölbung, Str. ONO., in welcher metamorphische Felsarten und Granit entblösst sind. Der SSO.-Flügel neigt sich allmählich zur Tiefe; der NNW.-Flügel ist in einfache Falten gelegt, welche ein wenig gegen SSO. überneigen; gegen Sztshwan hin nehmen die mesozoischen pflanzenführenden Schichten an der Faltung theil. Diese, vom Yang-tse-kiang durchschnittene breite Zone geht gegen WSW. unmittelbar in die hohe Masse von Kuei-tshou und Yünnan über.[61]

Auf diese Art sehen wir die Andeutung eines zweiten, dem Ta-pa-shan entsprechenden Zuges und zwischen beiden, vielleicht richtiger vom südlichen Zuge getragen, liegt das Rothe Becken. Im Südwesten dieses Gebietes ist Bourne von Lu am Yan-tse-kiang erst gegen S. über die Grenze der Provinz Kuei-tshou, hierauf gegen SW. über Yünnan-fu in das Gebiet des Me-kong gereist. Die Grenze des rothen Sandsteines wird bei Yung-ning (330 M., 28° 10′ n. Br.) erreicht; dort gelangt man an einen lange fortlaufenden steilen Abfall, welcher ganz beiläufig der Grenze von Sztshwan gegen Yünnan und Kuei-tshou entspricht und den Beginn eines weit ausgedehnten Gebietes von Kalkstein bezeichnet, der oft in die sonderbarsten Gestalten aufgelöst ist. Bald südlich von dieser Grenze erhebt sich der Kalkstein auf 1650 bis 1700 M., SW. von Wei-ning in W.-Kuei-tshou auf 2350 M. und er erreicht Yünnan-fu mit 1956 M. Sowohl im Sandstein des Rothen Beckens, als im Kalkstein sieht man Aufrichtung und Faltung der Schichten. Etwa auf halbem Wege zwischen dem S.-Rande des See's von Yünnan-fu und dem Rothen Flusse trifft man auf Granit (1652 M.). Hier ist die W.-Grenze des Kalksteines bereits überschritten.[62]

Den bedeutendsten Beitrag zur Kenntniss des Kalk-Gebietes verdankt man Leclère. Sein Weg führte von Hanoi in NW. Richtung nach Mong-tse, wo eine künftige Eisenbahn von 100 M. auf 1700 M. zu steigen haben wird, von hier nach Yünnan-fu und Tali-fu, hierauf ostwärts nach Kuei-yang, Kuei-lin und über Nan-ning nach Hanoi. Nicht nur Yünnan-fu, sondern auch Lingan und Mong-tse gehören noch dem Kalkgebiete an, welches nach Leclère von grossen, etwa NNO. streichenden Flexuren durchsetzt ist, die das ganze Gebiet von der mittleren Höhe von 2200 M. gegen OSO. stufenweise absinken lassen auf 100—400 M.

Zugleich ist durch diese Reise und durch die auf Grund von Leclère's Sammlungen erfolgten Arbeiten von Douvillé und Zeiller die stratigraphische Mannigfaltigkeit dieses Gebietes bekannt geworden. Mittel- und Ober-Devon erscheinen in der Umgegend von Lu-nan, O. von Yünnan-fu, und verschiedene Abtheilungen von Carbon und Perm wurden bis Kuei-lin angetroffen,

wo Ober-Carbon auftritt. Eine dem Lecanites psilogyrus der Salzkette nahe stehende Art erscheint unweit von Kuei-yang. Im Westen, bei Mong-tse, tritt grauer Korallen-Kalkstein auf mit Naticopsis declivis, Delphinulops. Cainali und anderen Formen von Esino und der Marmolata. Lias ist noch sehr zweifelhaft, dagegen sind an mehreren Stellen pflanzenführende Schichten vorhanden, welche Zeiller in die rhätische Stufe stellt.[63]

Dieses grosse Kalk-Plateau sammt der bei I-tshang am Yang-tse-kiang hervortretenden Wiederholung des Ta-pa-shan wird nach den übereinstimmenden Angaben von Richthofen und Leclère in seinem grösseren, nördlichen Theile von einem gegen NNO. streichenden Bruche oder einer Flexur abgeschnitten, während über das östliche Ende des südlichen Theiles einige Meinungs-Verschiedenheit besteht. Richthofen betont die sehr merkwürdige Thatsache, dass der Bruch bei I-tshang nach Lage und Richtung mit der Flexur Tai-hang-shan in Shansi und auch mit dem östlichen Abbruche des Tsin-ling-shan zusammenfällt. Weiter im Süden erwähnt Leclère einen auf dieser Linie stehenden, gleichfalls gegen NNO. gestreckten Kamm von vorcambrischen Felsarten bei Hoai-juen, SW. von Kuen-lin, und einen Granitstock, im W. am Si-kiang begleitet von vorcambrischen Gesteinen.

Die Beziehungen dieser alten Felsarten sind durch die bisherigen Berichte noch nicht festgestellt. Es lässt sich kaum beurtheilen, ob sie die Unterlage der Kalksteintafel bilden, wie bei I-tshang, oder ob sie Theile einer in SO.-China wahrscheinlich vorhandenen alten Masse, eines selbständigen Vorlandes der Altaiden seien.

Das Wenige, was von der Insel Hainan durch Madrolle bekannt ist, zeigt in der Mitte der Insel den aus Granit und Schiefer bestehenden Gebirgsstock Sai, von welchem Höhenzüge nach verschiedenen Richtungen ausgehen. Eine thonig-sandige Bildung, welche im N. roth, im O. gelb ist, umgibt dieses Bergland.[64]

Das Delta des Rothen Flusses und die Küste von Tonking wurden bereits besprochen (II, 212). Zu meinem Bedauern muss ich gestehen, dass es mir noch nicht gelungen ist, zu einem Urtheile über den Zusammenhang der Vorkommnisse der Niederung mit

jenen der Gebirgszüge des Rothen Flusses zu gelangen. Aus nachträglichen Bemerkungen Jourdy's scheint hervorzugehen, dass oberhalb des Delta's, etwa bei Phu-lang-thuong, dieser Zusammenhang durch eine Wendung im Streichen hergestellt werde.[65]

Die Cordillere von Annam, welche in einem langgestreckten Bogen die Ostküste begleitet, tritt sehr deutlich auf der geologischen Karte von Indo-China hervor, welche Edm. Fuchs vor längerer Zeit entworfen hat.[66] Bel hat, von den mesozoischen Kohlenflötzen von Tourane an der Ostküste (16° 10') ausgehend die ganze Breite der Cordillere gekreuzt.

Sie besteht hier aus mehreren 600—900 M. hohen Kulissen von dioritischen und granitischen Felsarten, ferner von Gneiss und krystallinischem Schiefer. Nur an die Westseite scheint sich ein Saum von jüngeren geschichteten Felsarten zu schliessen. Ein höchstwahrscheinlich ihr angehöriger Gebirgstheil wurde bereits bei Lakon am Me-kong (17° 20') erwähnt.[67]

Jenseits Attopeu (S. von 15° n. Br.) liegt W. von der Cordillere gegen den Me-kong hin ein selbständiger Gebirgsstock, in welchem schon von Joubert Basalt in grösserer Ausbreitung gefunden worden ist. Er dürfte der Masse von Cambodge zufallen. (II, 211.)

Rückblick. Nachdem die Stauung durch die sinische Scholle (Ordos) im Osten und die Einengung durch den Jarkend-Bogen (Altyntag, Anembar-ula) im Westen überwunden ist, strecken sich die gewaltigen Aeste des mittleren und östlichen Kuen-lun vom Arka-tag in gerader OSO.-Linie an der Südseite der sinischen Scholle durch den Tsin-ling-shan fort. Bald aber bereitet sich neue Einengung der Kulissen vor, im Westen veranlasst durch den Himaláya, im Osten vielleicht durch den von ferne her wirkenden Bestand einer noch wenig bekannten älteren Masse in SO.-China, und während die Ketten südwärts vordringen, werden sie noch getheilt durch die zwischen ihnen hervortretende Masse von Cambodge. Es ist nicht zu entscheiden, ob diese Masse wirklich weit nordwärts ihren Einfluss geltend macht, oder ob die Erweiterung des Raumes an sich die Ketten auseinandertreten lässt.

Die westliche Gruppe zieht durch Burma zur malayischen Halbinsel und die östliche durch Yünnan und Tonking herab.

Schon zwischen Ta-li-fu und Young-tshen-fu bemerkt man das Auseinanderweichen der Ketten und man kann es im Gebiete des Me-kong verfolgen. Dabei vermindern sich südwärts die Höhen.

Die durch das östliche Ende des Himaláya verursachte Stauung gibt sich kund in dem bogenförmigen Vortreten der Patkoi- und Nága-Berge sowie in der Curve, welche die Berge von Arrakan beschreiben. Im Innern entspricht diesem Verlaufe die SW.-Richtung, welche von Kunlon über Thibaw bis Mandalay sichtbar ist. Dann verschwinden in den burmanischen Shan-Staaten mehrere der von N. und NO. herbeiziehenden Kulissen unter einem weiten karstähnlichen Plateau von palaeozoischem Kalkstein, welches gefaltet ist und seine tafelförmige Gestalt der Abtragung verdankt. Neue Kulissen treten im Süden hervor und bilden die malayische Halbinsel. Eine sehr lange und höchst regelmässige Zone der Disjunction zieht vom Vulcan Ho-shue-shan zwischen den Kulissen der Altaiden herab und reicht allem Anscheine nach bis in die Banda-Inseln.

Anders gestaltet sich die östliche Gruppe.

Ta-pa-shan, gegen S. in Schuppen überschoben, fügt sich an die Südseite des Tsin-ling-shan; er ist ein Theil eines gegen SO. concaven Bogens, dessen westlicher Theil in die NS.-Kulissen von Yünnan übergeht. Ein Stück eines zweiten ähnlichen Gebirges ist W. von I-tshan am Yang-tse-kiang vorhanden. Der westliche Theil der hohen Kulissen von Yünnan setzt sich in der Richtung des Rothen und des Schwarzen Flusses fort; auch die Cordillere von Annam ist allem Anscheine nach zu dieser Gruppe zu zählen. Der östliche Theil senkt sich unter das grosse Kalk-Plateau von Kuei-tshou, SO.-Yünnan und W.-Kuang-si in ähnlicher Weise herab, wie die Kulissen von NO.-Burma unter das Kalk-Plateau der Shan-Staaten. Sowie dort, ist auch hier der Kalkstein gefaltet und das Plateau verdankt seine Gestalt der Abrasion. So fanden es Middlemiss in Burma und Bourne in Kuei-tshou. Auch sonst gewahrt man zwischen den Ausläufern des Gebirges, z. B. in der Ebene von Se-mao, diesen höhlenreichen Kalkstein. Sowohl die hochliegende Karstlandschaft der Shan-Staaten in Burma, als das grosse Kalkgebiet des

südwestlichen China scheinen der Hauptsache nach der herabhängende, gefaltete sedimentäre Mantel zu sein, welcher von den Ketten des Hochgebirges abgetragen ist, welcher aber in den weniger hohen Theilen sich in der Gestalt abradirter Plateaux erhalten hat, unter denen nun die Ketten verloren gehen.[98]

Auf diese Art zertheilt sich allmählich die mächtige tibetanische Anschwellung der Altaiden. Alles wird niedriger. Viele Kulissen verschwinden. Einzelne lange Zweige nur strecken sich noch weit fort, im Osten bis in die Cordillere von Annam und im Westen, immer noch neue Kulissen erzeugend, durch die malayische Halbinsel und noch weiter über Java hinaus.

Der malayische Archipel. Wir sind an einem der lehrreichsten Theile der Erdoberfläche angelangt. Vier Elemente vereinigen sich, um denselben zu bilden, nämlich das Ende des burmanischen Bogens, die südlichen Ausläufer der Virgation der Philippinen, die Ausläufer der mächtigen Cordillere von Neu-Guinea, endlich das australische Festland mit der Cordillere, welche seinen östlichen Rand bezeichnet und die Torres-Strasse durchkreuzt.

Wir betrachten im Anschlusse an den vorhergehenden Abschnitt zuerst das erste dieser Elemente.

Die Kulissen dieses südöstlichsten Zweiges der Altaiden lösen sich in Halbinseln, dann in Inseln auf. Die sichtbaren Theile der Faltenzüge liegen immer weiter auseinander. Das ist eine Erscheinung, welche man oft sieht, wenn ein Faltengebirge das Meer erreicht. Die Inseln und Riffe werden mit der Entfernung von den Halbinseln seltener und die Feststellung der Leitlinien, nach welchen sie geordnet sind, wird endlich unmöglich. Dasselbe gilt aber nicht immer zugleich von den Vulcanen. Sehr oft sieht man, dass bei der zunehmenden Verhüllung einer Cordillere durch das Meer die Vulcane sich mehren, und es geschieht dann, dass die Cordillere fast gänzlich verschwindet, während Curven von Vulcanen sichtbar bleiben, welche den Grundriss des verschwundenen Gebäudes verrathen. So ist es in den Aleuten, den Kurilen, den Liu-kiu-Inseln, den Philippinen, den Kleinen Antillen und zum Theile auch hier, und darum bleibt es in allen

ähnlichen Fällen von besonderem Interesse, zu sehen, in welchem Verbande mit den Kulissen der Cordillere die vulcanischen Linien von den Halbinseln in das Meer hinaustreten.

Die cretacische und alttertiäre Zone der Nága-Berge und der Küste von Arrakan mit ihren langen Zügen von Serpentin versinkt bei Cap Negrais, tritt in den Andamanen und Nikobaren wieder hervor[60] (I, 579), und die W. von Sumatra liegende Kette von Inseln, von Pulo Nias bis Engaño (I, 586), kann als ihre weitere Fortsetzung angesehen werden.

Dann folgt die breite Niederung zwischen diesem Gebirgszuge und dem Sittoung, welcher das Flachland des Irawadi und der tertiäre Pegu Jomah angehören. Dieser langgestreckten Senkung entspricht der Golf von Martaban.

Nicht in der Fortsetzung eines der langen Faltenzüge, sondern in der Fortsetzung dieser Senkung und des Golfes von Martaban tritt der lange Zug von Vulcanen hervor, der vom Ho-shueshan (23° 30′ n. Br.) über den Puppa-doung (21°), den kleinen Trachytfels Chouk-talon (16° 22′) nach Narkondam (13° 24′) und Barren Island (12° 17′) gelangt[70] (I, 583, II, 206).

Im Osten folgt jenseits des Bruches am Sittoung eine Zahl von Kulissen, welche in die malayische Halbinsel weiter zieht. (I, 585.)

Warington Smyth gibt eine treffliche Uebersicht der ausserordentlichen Regelmässigkeit und Länge dieser Züge. Westlich von den obercarbonischen Schollen, welche bis Tenasserim bekannt sind, liegt der erste Granitzug. Er endet bei Junk Ceylon (7° 50′). An mehreren Punkten führt derselbe Zinn. Nun folgt gegen Ost ein Kalkzug; bei Champawn an der Ostküste (10° 30′) sieht man vereinzelte schroffe Berge, welche demselben angehören. Ihre Fortsetzung ist das felsige Vorgebirge Sam Roi Yawt (etwa 12° 6′; 619 M.); S. von Langsuan erscheinen die Kalkfelsen wieder. Die Insel Antawng besteht aus gefaltetem Kalkstein, und die Lage des ganzen Kalkzuges entspricht der Niederung des Flusses Bandon, welche als ein breites Kulissenthal schräge die Halbinsel durchschneidet.

Oestlich von diesem Kulissenthale erhebt sich die zweite granitische und gleichfalls zinnführende Kulisse. Sie taucht aus

dem Meere in der Insel Kaw Taw (etwa 10° 6′, 375 M.) hervor, bildet die hohen Inseln Kaw Pungunn und Kaw Samui (9° 45′, 676 M. und 691 M.) und, in die Halbinsel eintretend, die Lakawn-Range, welche fortan die Axe der Halbinsel ausmacht.[71]

Noch weiter gegen Süd löst sich dieser lange Granitzug in einzelne Rücken auf und erreicht, von älteren Sedimenten begleitet, bei Singapore das Meer.[72] Eine Reihe von Klippen und kleineren Inseln verräth aber seinen Zusammenhang mit den zinnreichen Inseln Bangka und Billiton.

Durch Verbeek's gründliche Arbeiten gehören die Inseln O. von Sumatra, von Kaljan-gan in WNW. bis Nangka in OSO., d. i. auf eine Entfernung von etwa 400 Kilom., zu den am genauesten bekannten Theilen des Archipels. Sehr steil aufgestellte alte Sedimente und zwischen denselben Granitstöcke bilden das ganze Gebiet. Die ersteren bestehen aus Quarzit und Schiefer, auch Radiolarien-Gestein, und gelten für übereinstimmend mit der älteren Schiefer-Serie von Sumatra, welche vom Ober-Carbon überlagert ist. Ihre Aufrichtung ist unabhängig vom Granit, dessen Erscheinen nach Verbeek nicht so sehr die Ursache als vielmehr die Folge der Faltung der alten Sedimente zu sein scheint. An einzelnen Orten sieht man Gänge von Granit in diesen Sedimenten und die Contact-Erscheinungen zeigen, dass ein grosser Theil des Granits nach der Faltung hervorgetreten ist.

Die Richtung der alten Sedimente ist auf diesen Inseln keine ganz gerade. Schon bei Singapore sieht man Thonschiefer mit Str. 165°. Auf den kleinen Inseln zwischen Banga und Billiton wird Str. 90° und sogar 75° getroffen, dann auf Nangka (2° 30′ s. Br., O. von 108° 30′ ö. L.) wieder Str. 165°. Trotz dieser Abweichungen hält die Inselkette im Ganzen die Richtung OSO. ein und in dieser Richtung liegt auch das äusserste bekannte Auftreten dieser Zone alter Felsarten auf der kleinen Inselgruppe Karimoen-djawa, N. von Java.[73]

Der Bau von Sumatra wurde an früherer Stelle besprochen (I, 585). Alte Schiefer, auch gneissähnliche Gesteine, bilden den Unterbau; ihr Streichen entspricht der Gestalt der Insel; discordant liegen auf ihnen eine Schiefermasse von unbekanntem,

wahrscheinlich carbonischem Alter, dann das versteinerungsreiche Ober-Carbon, ferner Schollen von Trias und Tertiär. Hier sind zwei Disjunctiv-Linien vorhanden, und zwar längs der Westküste eine Linie von Andesit-Ausbrüchen, welche tertiären Alters ist, und weiter im Osten die lange Linie der heutigen Vulcane. Diese läuft an der Ostseite des aus altem Schiefer bestehenden Barisan-Gebirges hin und erstreckt sich durch die ganze Länge der Insel. Die Ostseite der Insel ist flach. Man möchte meinen, dass sie die Fortsetzung der Niederung am Irawadi und des Golfes von Martaban sei. Bei nur geringem Ansteigen des Meeresspiegels würde dieser Zusammenhang deutlich hervortreten. Nachdem das Ober-Carbon von der Westseite seit längerer Zeit bekannt war, hat Volz dasselbe auch an der Ostseite gefunden und hier auch die erwähnten Schollen von Trias entdeckt.[74]

So scheint es fasst, als ob das alte Schiefergebirge von Sumatra, von beiden Disjunctiv-Linien durchschnitten oder abgeschnitten, einer selbständigen Kulisse angehören würde, welche in Burma nicht sichtbar ist.

Das ganze Gebiet des Archipels, bis an das australische Festland, das im Gegentheile nur von vereinzelten Transgressionen erreicht wird, gehört der Tethys an, welche über Yünnan in das heutige Asien eintritt und die marine Schichtfolge scheint hier keine wesentliche Lücke vom Ober-Carbon bis zur Gegenwart zu besitzen. Die mesozoischen Sedimente zeigen viel Aehnlichkeit mit Süd-Europa, wie diess durch die ganze Tethys der Fall ist, namentlich tritt aber in der Kreideformation sowie in manchen Flysch-Gebirgen Europa's eine grosse Menge von Magnesium-Silicaten zu Tage. Die gewaltigen Züge des wenigstens zum Theile cretacischen Flysch-Gebirges von Arrakan setzen sich nicht nur auf die Andamanen und Nikobaren fort (I, 583). Traverso beschreibt noch von den Mentawei-Inseln Peridotit und Serpentin, allerdings auch Amphibolit.[75] Seitdem es Martin gelungen war, in dem innigsten Verbande mit Serpentin auf der Insel Java das Vorkommen von Orbit. concava nachzuweisen, zählt Verbeek nicht nur die Serpentine des ganzen Archipels, sondern auch Gabbro und Diabas, gewisse bisher als Amphibolite angesehene Felsarten

DIE PHILIPPINEN UND DER SUNDA-ARCHIPEL.

Nach Drasche, Molkenbuff, Hooze, Verbeek, Wichmann, Martin, Koto u. And.

zu S. 297

und feldspathführende grüne Schiefer in diesem ganzen Gebiete zur Kreideformation.[76]

Erst innerhalb der Tertiärzeit, während des Beginnes oder nahe vor dem Beginne der ersten Mediterranstufe (Depéret's Burdigalien) von Süd-Europa, tritt der selbständige, indische Charakter der Meeresfaunen hervor und wird die unmittelbare Vergleichung mit europäischen Vorkommnissen schwieriger. Hier erlangt der durch lepidocycline Orbitoiden ausgezeichnete Kalkstein bedeutende Mächtigkeit, dessen einzelne Unterabtheilungen Martin als die Java-Stufe bezeichnet hat und von welchem mit Bestimmtheit gesagt werden kann, dass er jünger als der eocäne Nummulitenkalk und älter als die Landbildungen mit der Sewalikfauna ist. Diese Lepidocyclinen liegen in den Südalpen in den Schichten von Schio.[77]

Die thätigen Vulcane der Hauptzone von Sumatra und Java setzen sich gegen Ost fort bis zur Insel Pantar. Von hier an sind über Alor, Kamping bis Romang (Roma) nur ältere Kraterberge bekannt, welche aber sichtlich auf derselben Linie stehen, und jenseits Romang beginnen wieder thätige Vulcane. Dabei tritt schon von Flores her der bogenförmige Verlauf des ganzen Zuges in immer stärkerer Krümmung hervor.

Die Sachlage ist so auffallend, dass bereits vor Jahren der Zusammenhang der jenseits Romang liegenden Vulcane von Damma, Teun, Nila und Serua erkannt werden konnte. Die weitere Fortsetzung des Bogens wurde nach den damaligen Erfahrungen auf Tuur gesucht, was irrig ist; sie liegt auf Manuk und in der Banda-Gruppe. Nichtsdestoweniger ergab sich schon damals die Aehnlichkeit mit dem Baue der Kleinen Antillen. Es wurde ausserhalb der genannten Vulcane ein Bogen nichtvulcanischer Inseln unterschieden, und die Banda-See wurde dem caraibischen Meere, die Harafura-See dagegen dem Golf von Mexiko, d. i. dem Vorlande verglichen (II, 209).

Fast gleichzeitig beschrieb A. Wichmann den Bogen Romang—Banda-Inseln. Martin und Koto haben sich gleichfalls mit dieser Frage beschäftigt und trotz aller Meinungsverschiedenheit in Nebenfragen doch die Sachlage übereinstimmend so dar-

gestellt, dass in der Banda-See ein Bogen von Vulcanen sichtbar ist, welcher nach Westen offen ist und welcher im Süden, Osten und Norden von einem Kranze von Inseln umgeben wird, welche entweder aus älteren Felsarten oder aus tertiären Sedimenten bestehen.[78]

Besonders scharf tritt diese Anordnung auf einer von Wichmann im J. 1899 veröffentlichten Karte hervor. Auf dieser bemerkt man eine Bruchlinie, welche, die Banda-See umgebend, von Wetar über Romang und die genannten Vulcane bis an die Südseite von Nusalaut und Amboina verläuft. Die abgesenkte Seite liegt gegen Innen, d. i. gegen die Banda-See. Ein zweiter, dem ersten ziemlich concentrischer Bruch ist von Kisser, Moa, W. von den Tenimber-Inseln, über Tuur an die Südseite von Ceram und Buru verzeichnet, und zwar gleichfalls mit Absenkung gegen Innen. Ein dritter concentrischer Bruch würde O. von den Tenimber- und Kei-Inseln im Bogen an die Nordseite von Ceram und Buru ziehen, mit Absenkung gegen Aussen. Hiernach läge die ganze Zone der Tenimber-, Kei- und Watubele-Inseln sammt Ceram und Buru auf einem bogenförmigen Horste. Ein Graben würde diesen Horst im Norden von Neu-Guinea, Misul und Obi trennen.[79]

Eine etwas abweichende Darstellung bietet der hervorragende Kenner des Landes, Verbeek. Seiner Auffassung zufolge ist wegen des höheren Alters der Vulcane zwischen Pantar und Romang eine Verbindung der Hauptkette von Java-Sumbawa-Flores mit dem Bogen der thätigen Vulcane des Banda-Bogens nicht statthaft. Der letztere wird als der Rand einer selbständigen Senkung angesehen und wird über Damma, Teun, Nila, Serua, Manuk, Banda-Gruppe und hierauf noch viel weiter, im Westen der aus Kalkstein bestehenden Schildpad- und Lucipara-Inseln zum Vulcan Api, N. von Wetar, und von diesem zurück nach Damma geführt, so dass eine geschlossene Ellipse entsteht.[80]

Wir haben zuerst die Gestalt des Meeresbodens zu betrachten.

Man wusste seit längerer Zeit, dass die Banda-See unterhalb 1600 M. im Gegensatze zum offenen Ocean eine gleichmässige Temperatur von etwa 3° C. und ebenso die Celebes-

See unterhalb 1300 M. bis zur grössten Tiefe 3° 7′ C. besitzt. Hieraus wurde gefolgert, dass die tieferen und kälteren Wässer des Ocean's keinen Zutritt zu den tieferen Theilen dieser beiden Meerestheile finden. Die Mittheilungen Weber's über die Arbeiten des niederländischen Schiffes Siboga zeigen, dass in der That Schwellen bestehen, welche die genannten Tiefen abgrenzen.[81]

Die 1000 M. Curve verbindet in weitem Bogen Australien mit N.-Guinea und mit Halmahera. Südlich von Halmahera bilden die Obi-Inseln einen längeren, über 1000 M. liegenden Streifen, welcher nur durch eine schmale Lücke getrennt ist von einem weiteren Streifen, der auf gemeinsamer Höhe Bossi, Mangola und Taliabo mit den Peling-Inseln und dem benachbarten Theile von Celebes verbindet.

Versucht man aber auf Grund von Weber's Angaben ein Profil aus der Tiefe der Banda-See gegen Ost oder Südost quer über die hier in Frage kommenden Inselbogen zu ziehen, so ergibt sich Folgendes: *a*) Die Banda-See ist hier sehr tief und erreicht 5684 M. *b*) Die jungen Vulcane stehen von Damma bis zur Banda-Gruppe auf einem gemeinsamen Rücken. *c*) Diesem folgt nach Aussen eine bogenförmige Furche, welche Tiefen von 3000 und sogar 4000 M. besitzt. *d*) Nun wird die Linie des äusseren Inselbogens und damit das Bruchstück der Cordillere erreicht.

Hieraus glaube ich vermuthen zu dürfen, dass der hauptsächliche Abbruch an der Innenseite von *d*) liegt, und dass der Rücken *b*), welcher beide Tiefen *a*) und *c*) trennt, aus vulcanischer Aufschüttung besteht.

Ferner zieht ein selbständiger Rücken, der Siboga-Rücken, vom Vulcan Api gegen NO. und umfasst die Lucipara- und Schildpat-Inseln. Jenseits desselben, gegen NW., sinkt der Meeresgrund wieder unter 4000 M.

Versuchen wir aber nicht nur von der Tiefe der Banda-See, sondern schon von Sumatra her die Hülle zu entfernen, welche der Ocean über die Fortsetzungen des burmanischen Bogens breitet, und das grossartigste Schauspiel bietet sich dar.

Der sehr steile, rasch bis zu 3000 und 3500 M. sinkende Abfall, welcher die Westseite der Nikobaren und der Mentawei-

Inseln begleitet, nähert sich der Südküste von Java und erst weit im Osten, mit der Annäherung an Sumba, steigt der Meeresgrund wieder höher auf; hier wendet sich der grosse Abfall gegen Südost. Noch etwas weiter entfernt von Java erreicht das Meer in der Maclear-Tiefe mehr als 7000 M. und jenseits von dieser Tiefe, etwa 280 Kilom. S. von Java, erhebt sich ein grosser, vereinzelter Berg, Christmas Island (+ 356 M.), dessen flacher Gipfel sich ebenso hoch über den Meeresgrund erhebt, wie die Hochspitzen zwischen Ta-tsien-lu und Batang über die Meeresfläche, und welcher daher, trockengelegt, einen noch weit erhabeneren Anblick darbieten würde.

Weithin schwanken die Tiefen zwischen 4500 und 6000 M.

Hiemit erscheinen uns Sumatra und Java als die höchsten Theile eines mächtigen Gebirgsabfalles, welcher die geringeren Meerestiefen gegen Borneo hin und das ganze Gebiet der burmanischen Falten abgrenzt gegen den vorliegenden Ocean, ein Abfall, welcher unvergleichlich viel mächtiger ist als die meisten auf dem asiatischen Festlande sichtbaren Abgrenzungen ähnlicher Art. Allerdings kommt hier die ausgleichende Wirkung der subaërischen Abtragung nicht in gleichem Ausmaasse zur Geltung und tritt die Aufschüttung der Vulcane hinzu. Nichtsdestoweniger kann man die Frage aufwerfen, bis zu welchem Grade bei der Bewerthung der Mächtigkeit eines Faltengebirges neben der Breite die absolute oder die relative Höhe in Betracht zu ziehen seien, eine Frage, hinter welcher sich viele andere und schwierige Fragen verbergen. Wir lassen sie vorläufig bei Seite und wenden uns zu Christmas Island, von welchem Andrews eine lehrreiche Beschreibung geliefert hat.[82]

Christmas Island ist eines der sich mehrenden Beispiele von Inseln, welche früher als gehobene Korallen-Riffe angesehen wurden und von welchen sich nun herausstellt, dass sie aus normalen Sedimenten der Tertiärzeit bestehen. Der Berg, welchen sie krönen, ist ohne Zweifel ein älterer Vulcan und sein Abfall ist so steil und so gleichförmig, dass ringsum in etwa 30 Kilom. über 5000 M. gelothet werden. Er trägt eine ringsum steil abgeschnittene und einstens grössere Decke von Tertiär-Schichten mit einer

Einschaltung von Trachyt und zwei späteren, basaltischen Einschaltungen. Bis 250 oder 300 Fuss (76—91 M.) sieht man einen älteren, eocänen oder oligocänen Kalkstein und über demselben bis wenigstens 550 Fuss (167 M.) denselben mitteltertiären Kalkstein mit lepidocyclinen Orbitoiden, welcher auf Java und noch weiter gegen Nord und Ost so weite Verbreitung besitzt. Die höheren Theile der Insel sind von dichtem Pflanzenwuchs und tiefgründiger Erde bedeckt, welche aus der Zersetzung von vulcanischer Asche entstanden ist. In den höchsten Theilen der Insel erscheinen unzusammenhängende Massen von Kalkstein, welche nur undeutliche organische Reste enthalten und in hohem Grade dolomitisirt sind.

Auf dem höchsten Theile (356 M.) findet man in dem harten, gelblichweissen Fels $MgCO_3 = 40{\cdot}02$ Proc. Hier glaubt Andrews die Spuren eines alten Atoll zu sehen. Man sieht kleine Knollen aus wechselnden concentrischen Lagen von Calcium-Phosphat und Mangan-Dioxyd. Alte Guano-Lager, die vulcanische Asche, das Seewasser und der Kalkstein haben die Gelegenheit zu solchen Mineral-Bildungen geboten.[83]

Diesen Gipfelbildungen folgen als nächstjüngere Bildungen die Terrassen der Abhänge; bald sind sie durch Unterwaschung der tertiären Schichten hergestellt und bald sind es selbständige Umsäumungen von Kalkstein. Sie steigen in mehr oder minder deutlichen Stufen zum Meere hinab; die vorletzte, etwa in 15 M., ist von frisch aussehenden Korallen-Kalkstein gebildet; die letzte liegt nur 2·7—3 M. über dem Meere.

Bei Besprechung des Suez-Kanales ist eine aufsteigende (aufgelagerte) und eine absteigende (angelagerte) Reihe von Ablagerungen unterschieden worden (I, 487). Von der zweiten ist es sicher, dass sie bei überwiegend negativer Strandverschiebung gebildet wurde; von der ersten ist es unsicher. Die Grenze beider liegt auf der Höhe der Tafelberge. In gleicher Weise sind die dolomitisirten Gesteine auf der Höhe von Christmas-Island als das letzte Glied der aufsteigenden, vorwaltend oder ganz zur Tertiärzeit gehörigen Reihe und die Terrassen als der sichtbare Ausdruck der rhapsodischen negativen Bewegung zu bezeichnen.

Die Gipfelbildungen zeigen die Höhe an, in welcher diese negative Bewegung an die damalige Oberfläche des Meeresgrundes gelangt ist, und wenn es sicher wäre, dass seither keine tektonischen Bewegungen vorgekommen seien, so würde diese Höhe in 365 M. über dem heutigen Strande liegen. Aber die tertiären Schichten sind auf Java streckenweise heftig gefaltet und es ist durchaus nicht ausgeschlossen, dass auch auf Christmas-Island gleichzeitig neben eustatischen negativen Bewegungen des Strandes tektonische Veränderungen seit der tertiären Zeit eingetreten seien.

Diese Voraussetzung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, sobald man sich weiter gegen Ost wendet, wo zwischen 119° und 124° ö. L. von Sumba bis Timor ein gefaltetes Gebirge aus der Maclear-Tiefe zu Tage tritt.

Sumba zeigt nach Verbeek alten Schiefer, Granit und cretacischen Diabas; Rendjuwa und Savu bieten Spuren von Perm und Trias; auf Rendjuwa sieht man steilgestelltes Mitteltertiär mit Lepidocyclina und auf Savu eine steile Anticlinale von Eocän, Str. NO., über welcher die Bänke mit Lepidocyclina gleichfalls die Neigung von 40° erreichen.[84]

Rotti und Timor erschliessen jene mannigfaltige Reihe von Sedimenten, welche vor Jahren durch Schneider's Sendungen an Beyrich zuerst bekannt geworden ist, in welcher dann Rothpletz nach Wichmann's Sammlungen Perm, Trias, verschiedene Stufen des Lias und Spuren von Jura erkannte und G. Boehm in Verbeek's Sammlung aus Rotti Macr. macrocephalus nachwies. Diese Serie ruht auf archaischen Felsarten, welche schon Beyrich nach Salomon Müller's Angaben von der NW.-Küste Timor's anführte, und über derselben kennt man nach Verbeek cretacische Eruptiv-Gesteine und die tertiären Schichten.[85]

Die Kenntniss von der Zusammensetzung der NO. von Timor folgenden kleinen Inseln ist von Bedeutung, weil sie zeigt, dass die Cordillere des Banda-Bogens von Sumba und Timor herzieht. In der That lernen wir aus Verbeek's Beobachtungen, dass Leti aus permischem Crinoidenkalk, Gabbro und Serpentin besteht, diese cretacischen Eruptivgesteine auf Moa, Kisar[86]

und Sermate wieder erscheinen, Luang von Crinoidenkalk gebildet wird, und von Babar Trias(?), dann ein mesozoisches Lytoceras und Diabas bekannt sind; letzterer bildet auch Dai.

Von Seera in der Tenimber-Gruppe erwähnt Martin krystallinischen Kalkstein, Dolomit und Quarzit, während sonst in dieser Gruppe, soweit sie erforscht ist, tertiäre Schichten herrschen. Vordate ist mitteltertiär und Gross-Kei gleichfalls; letzteres vielleicht mit Eocän in seinen tieferen Theilen.[87] Kuur besteht nach Verbeek aus altem Schiefergestein, welches auf Tuur wieder hervortritt, das keinen Vulcan, wohl aber cretacische basische Eruptivgesteine trägt; diese letzteren setzen sich über Watubele und Manawoko fort. Hiemit sind wir, dem Bogen folgend, bis in die Nähe von Ceram gelangt; bevor aber von dieser grossen Insel gesprochen wird, mag Folgendes erwähnt sein.

Die Felsarten von Timor bis zur Babar-Gruppe lassen keinen Zweifel über das Eintreten von Timor in den Bogen.[88] Es liegen jedoch einige Inseln (Kambing, Lirang, Wetar) N. von Timor, und die beiden letzteren liegen sogar nahe N. und folglich innerhalb des von Verbeek als älter bezeichneten Stückes des vulcanischen Bogens, welcher von Pantar gegen Roma zieht. Schon W. davon, auf Alor, sieht man nach Verbeek Melaphyr, dann auf Kambing Spuren von Lias oder Trias.[89] Lirang und Wetar sind von alten eruptiven Felsarten, zumeist Diabas, gebildet.

Alle diese Umstände sprechen dafür, dass in der That der von Verbeek hervorgehobenen Unterbrechung der Linie thätiger Vulcane im Osten von Pantar eine tiefere Bedeutung zukomme, aber auch dafür, dass in Sumba, Savu, Rotti und Timor eine ganz neue Kulisse hervortritt und dass diese neue Kulisse es ist, welche die Banda-Cordillere bildet. In ihrem ganzen Verlaufe bis Ceram besitzt nach diesen Darlegungen die Banda-Cordillere keinen einzigen jüngeren Vulcan. Die älteren Felsarten und Sedimente liegen gegen Innen, während gegen Aussen (Tenimber, Kei) tertiäre Schichten herrschen und noch weiter gegen Aussen die Kalk-Tafeln der Aru-Inseln die Rolle der Bahama's des westindischen Bogens übernehmen. So vermehrt sich die Aehnlichkeit dieser entfernten Inselketten.

Von nicht geringer allgemeiner Bedeutung wäre eine besondere Erforschung der Umsäumungen durch Korallenkalk und der Terrassen, welche, wie auf Christmas Island, so auch auf Java und sehr vielen der Banda-Inseln bekannt sind, sich auch in Halmahera und Neu-Guinea wiederholen und beträchtliche Höhen erreichen. Die mitteltertiären Schichten mit Lepidocyclina sind, wie erwähnt wurde, auf Java, Sumba u. A. gefaltet. Auf der anderen Seite erklärt ein so genauer Kenner der Sachlage wie Verbeek, dass innerhalb der Umsäumungen eine Grenze zwischen obertertiären (pliocänen), quartären und heutigen Bildungen nicht zu sehen und auch der Bestand einer solchen Grenze unwahrscheinlich sei. Darüber besteht keine Meinungsverschiedenheit, dass die heutigen Korallen- und Kalk-Bildungen die gleichartige Fortsetzung der Umsäumungen, und dass unter diesen die höchsten die ältesten sind.

Hier dürfte die seltene Gelegenheit geboten sein, um die Wirkungen von gebirgsbildenden Bewegungen der Lithosphäre und von rhapsodischen negativen Bewegungen des Strandes zu vergleichen und diese Wirkungen gegeneinander abzuwägen. Zugleich tritt gerade in einem solchen Falle die Selbständigkeit beider deutlich hervor.[90]

Muthmaassliche Fortsetzungen von Neu-Guinea. Die Inselgruppe von Ceram und Buru mit Ambon und den Uliassern wurde von Martin, ferner Ambon noch insbesondere von Verbeek beschrieben.[91] Wichmann wie Verbeek verzeichnen einen Graben zwischen Ceram und den südlich vorliegenden Inseln, als würde hier eine Theilung des Bogens eintreten.[92]

Auf Ambon trifft man nach Verbeek Granitit und alten Diabas; jünger als beide ist Peridotit und den grössten Raum nehmen Norit-Porphyrite ein, für welche der Name Ambonit eingeführt wird; sie werden sammt dem Peridotit zur Kreideformation gezählt. In jedem Falle dürften sie, sowie auch wenigstens ein Theil der Felsarten der Uliasser und die westlich gelegene Insel Amblau, als die Fortsetzung jener basischen Gesteine anzusehen sein, welche wir bis Watubele und Manawoko verfolgt haben. Auch ein muthmaasslich untermesozoischer Sandstein erscheint auf Ambon.

Ceram und Buru bilden nach Martin einen ansehnlichen von O. gegen W. ziehenden Streifen von archaischen Felsarten, namentlich Glimmerschiefer, in Begleitung eines Kalksteins von unbekanntem Alter, dem Buru-Kalkstein. An der Südseite von Ceram wurde ein Rest von Ichtyosaurus gefunden, und aus dem NW. Theile von Buru kennt man Belemniten und Aptychen. An vielen Punkten von Ceram, auf Kelang und auf Manipa erscheinen die cretacischen Eruptivgesteine.[93]

Nahe der Westküste von Buru erreicht der wahrscheinlich aus Buru-Kalkstein bestehende Kapala Madang 2600 M.

Es ist an sich wenig wahrscheinlich, dass die von Sumba und Timor kommende Cordillere, nachdem sie sich bereits in eine Reihe kleiner Inseln und Riffe aufgelöst, nun wieder in so mächtiger Weise hervortrete. Ich ziehe daher die Annahme vor, dass der Bogen von Timor sich anschmiege an eine andere, selbständige, OW. streichende Kette und vermuthe, dass Buru und Ceram als eine Fortsetzung der südlichen Halbinsel von N.-Guinea anzusehen seien.

Viele Umstände unterstützen diese Vermuthung, welche allerdings bei der geringen Kenntniss, die wir von N.-Guinea besitzen, leider nicht genauer geprüft werden kann.

Die grosse Cordillere von N.-Guinea beugt sich in ihrem westlichen Theile ganz in die Richtung OW. und erreicht unter dem Namen Charles-Louis-Gebirge in 4° s. Br. die Westküste.

Dieselbe Richtung verfolgt auch das Arfak-Gebirge (etwa 2400 M.) in der Nord-Halbinsel.

Der Golf von Beru (M'Cluer) schneidet so tief zwischen beide Halbinseln des nördlichen N.-Guinea ein, dass er nur durch einen 25—30 Kilom. breiten Rücken von der Gelwinck-Bai getrennt bleibt. Dieser Rücken besteht nach A. B. Meyer aus Kalkstein, während im Norden und im Süden archaische Felsarten, namentlich Granit, aus dem Arfak-Gebirge auch Gneiss, bekannt sind.[94]

Der Lage des Golfes von Beru entspricht eine Zone von fast inselfreiem Meere gegen West bis zur Ostküste von Celebes; diese ist gegen Nord begrenzt durch die Inseln Misul, Obi Besar, Mangoli mit Sula Besi, Taliabo und die Peling-Gruppe,

welche parallel sind zu Ceram und Buru und bis Celebes reichen. S. von Obi Besar erreicht die Tiefe 3400 M.

Für die Kenntniss der genannten Kette von Inseln sind wieder Verbeek's Beobachtungen maassgebend. Archaische Gesteine, zumeist in Begleitung von Granit, erscheinen auf den meisten Inseln der Peling-Gruppe, ferner auf Taliabo, Mangoli, Sula Besi, nach Wichmann und Kükenthal auch auf den Obi-Inseln.

Auf der Südseite von Taliabo und Mangoli treten hinzu jurassische Schichten, welche nach G. Boehm Stephanoc. Humphriesianum, Steph. Brongniarti und Belemn. Gerardi enthalten, ferner Kreide mit Hoplites, Acanthoceras, Schloenbachia und Inoceramus.[6] Im Osten, auf Misul, traf die Siboga-Expedition Ammoniten und Belemniten.

Die oft genannten cretacischen Eruptiv-Gesteine sind von mehreren Stellen auf der östlichen Halbinsel von Celebes, Banggai, und zwar sowohl im Norden gegen den Golf von Tomini, wie im Süden gegen den Golf von Tolo bekannt; sie erscheinen wieder auf Obi Besar, Obi Latu und der kleinen Insel Tamat.

Wichmann gibt an, dass von der Südosthalbinsel von Halmahera ein Zug von Olivin-Gesteinen über Fau bei Gebee und über Gag bis Waigu zu verfolgen sei und Verbeek nennt diese cretacischen Eruptivgesteine von so vielen Punkten zwischen Misul und Waigu, dass sie, im Verein mit tertiären Sedimenten, wohl den grössten Theil der Inseln zwischen Halmahera und Neu-Guinea bilden müssen.

Sie erscheinen auch auf Batanta, Salawati, in Flussgeschieben an der Nordküste von N.-Guinea, und auf der sonst aus Glimmerschiefer bestehenden Insel Roon in der Gelwinck-Bai. Die Serpentine werden von den Eingebornen aufgesucht und verwendet, wie z. B. Beccari aus der Nähe der Humboldt-Bai meldet.[7]

Sehr bemerkenswerth ist der Umstand, dass der ganze ostwestlich streichende Theil des Archipels zwischen N.-Guinea und Celebes ohne Vulcane ist. Erst im Norden, gegen Halmahera hin, verzeichnen Wichmann und Verbeek eine Anzahl von Andesit-Bergen. Sie sind nach Verbeek: Lawien (O. von Obi Besar), Pisang, Kofiau (N. von Misul) und etwas weiter im Norden

Klaarbeek. Wichmann betrachtet diese Vorkommnisse als die Fortsetzung einer von SW.-Halmahera herbeiziehenden und gegen SW. convexen Bruchlinie; Verbeek verzeichnet zwei parallele und selbständige Linien in der Richtung ONO. gegen die Nord-Küste von Neu-Guinea ziehend.

Formosa (II, 217). Die Liu-kiu-Inseln bestehen aus einer westlichen vulcanischen und einer östlichen, von den Resten der Cordillere gebildeten Inselreihe. Wir haben die Cordillere bis Okinawa-sima verfolgt (II, 219). Kotô vermuthet, dass diese Cordillere weiter im Süden, in den Nambu-sho-to (südlichen) Inseln wieder hervortritt, jedoch unter Beugung des Streichens zugleich in solcher Weise sich gleichsam windschief ändert, dass fortan ihre Faltung nicht nach Ost, sondern nach West gerichtet scheint, und sich in dieser Gestalt nach Formosa fortsetzt.[97]

In Uebereinstimmung hiemit berichtet Yamasaki, dass die Hauptkette von Formosa, die Niitaka-Kette, im Norden gegen WSW., weiterhin nach SW., endlich im Süden gegen S. streicht und ein gegen den Ocean concaves Bogenstück bildet. Dieses zeigt sich zuerst an der NO.-Küste der Insel mit einem gewaltigen von 24° 30′ bis 24° 10′ reichenden Absturze, steigt bald im Selsu (Sylvia) zu 3424 M. an, erreicht im Niitaka-yama (Mt. Morrison) 4145 M. und sinkt dann gegen Süden unter tertiäre Ablagerungen hinab, aus welchen die ganze Südspitze besteht.

Die Niitaka-Kette besteht, soweit sie bekannt ist, aus altem Schiefer und krystallinischem Kalkstein. Sie ist im Westen von der Kali-Kette begleitet; regelmässig geschichtete tertiäre Sedimente, Nulliporen-Kalk und Sandstein mit Lepidocyclina bilden die parallelen, ‚nebeneinander geschobenen Bücherbänden gleichenden' Rücken desselben.

Die Ostseite der Niitaka-Kette ist sehr steil; ein scharf gezeichnetes Längenthal zieht an ihrem Fusse von 24° bis 22° 45′ und trennt sie von dem schmalen und parallelen Taitō-Gebirge, welches in dieser Strecke die Ostküste bildet. Tertiäre Ablagerungen, aber auch Andesite und Tuffe setzen dasselbe zusammen.

Im nördlichsten Theile von Formosa erhebt sich die thätige Vulcan-Gruppe des Taiton.[98]

Die Angabe, dass auf den Pescadores basaltischer Tuff auftrete (II, 219), wird von Kotô bestätigt; man sieht drei getrennte Basaltströme in demselben. Bemerkenswert ist das Auftreten von Lignit-Lagen im Tuff. Auch die kleinen Inseln im Süden des Rover-Kanales bestehen aus Basalt.

Kasho (Samasano), O. von Formosa, ist ein andesitischer Kegelberg.

Koto-sho (Botel-tobago) bietet Feldspath-Basalt, Andesit, aber auch Gabbro und Serpentin; vielleicht beginnen schon hier jene basischen Felsarten der cretacischen Zeit, welche weiter im Süden so grosse Ausbreitung erlangen.[9]

Kotô betrachtet Botel-tobago, Klein-Botel-Tobago (Shō-Kōtō), die Felsen Forest Belle und Gadd, die Batan und Babujan-Inseln als Glieder einer Kette, welche bis zum Vulcan von Cagua in N.-Luzon reicht. Diess stimmt mit Drasche's Ergebnissen überein. Auch hier, in N.-Luzon, steht der Vulcan Cagua nicht auf einer Kulisse, sondern in einem Kulissen-Thale, ganz wie die Linie von Barren Island im Golf von Pegu.

Borneo. Die Vermuthung, dass tektonische Beziehungen zwischen den Philippinen und dem malayischen Archipel bestehen, ist alt. Bereits im Jahre 1845 hat East eine Karte entworfen, auf welcher ein vulcanischer Bogen von den Liu-Kiu-Inseln bis Formosa und ein zweiter von Formosa nach Luzon verzeichnet ist; dort spaltet sich dieser Bogen und zieht in zwei bogenförmigen Linien, fast genau jenen beiden Linien entsprechend, zu welchen Centeno in späteren Jahren gelangte (II, 217), gegen S. und SW. Oestlich von Flores vereinigen sich diese beiden Linien wieder und setzen durch Java und Sumatra bis Barren Island fort, so dass die Philippinen und der ganze malayische Archipel von einem einzigen Vulcan-Bogen umspannt erscheinen. Ein weiterer Vulcan-Bogen zieht nach East von NW. Neu-Guinea durch die Salomons-Inseln und die Neu-Hebriden nach Neu-Seeland.[10]

Leider liess sich der Verfasser dieser bemerkenswerthen Schrift durch unvollständige Beobachtungen zu der Annahme verleiten, dass die alten Felsarten von Malakka her quer über Borneo und die Vulcan-Bogen nach Australien streichen. Aber

weil gerade zu jener Zeit Rich. Owen fossile Marsupialier in Australien nachwies, glaubte man sich zu der Annahme berechtigt, dass auch in früherer Zeit eine Verbindung Australien's mit Asien nicht bestanden habe. Die Schrift fand Gegner und sank in Vergessenheit.

Auf einer anderen Seite ist die Frage erörtert worden, ob sich nicht ein innerer Zusammenhang der vulcanischen Thätigkeit von der Sangi- (oder Sanguir)-Gruppe N. von Celebes bis zu den Vulcanen von Mindanao und sogar von Luzon aus gleichzeitigen Eruptionen nachweisen lasse. Perrey hat die bezüglichen Angaben gesammelt.[101]

Die Arbeiten von Drasche haben uns mit der gegen Süd sich öffnenden Virgation der Philippinen genauer bekannt gemacht (II, 213). Aus dieser Virgation ergeben sich die Verbindungen mit dem malayischen Archipel. Die Hauptzüge lässt ein Blick auf die Landkarte leicht erkennen. Die erste ist die Linie Palawan, welche das südchinesische Meer abtrennt. Die zweite ist die Sulu-Linie, welche die Sulu-See abgrenzt. Die dritte, die Sangi-Linie, scheidet die Celebes-See ab. Eine vierte tritt weniger deutlich hervor; sie liegt im Norden und an der Westseite von Halmahera; es ist die Linie von Ternate.

Die erste Linie ist am meisten geschlossen, die zweite locker, die dritte noch lockerer, die vierte ein Bruchstück. Die erste besteht aus älteren Felsarten, die zweite aus jungen Sedimenten, zum Theile auf basaltischer Grundlage; die dritte aus Vulcanen. Sie lässt sich, namentlich nach Abella's Beobachtungen auf der Insel Bilirán, bis an die grosse Vulcanzone des Albai in SO. Luzon verfolgen.[102] Die vierte besteht gleichfalls aus Vulcanen; ihre nördliche Fortsetzung ist nicht sichtbar.

Bei dieser Vergleichung von Linien, welche zum Theile Kulissen sind (Palawan) und zum Theile Vulcanlinien (Sulu, Sangi, Ternate), ist zu bemerken, dass hier, und zwar namentlich auf Mindanao, die Thatsache neuerdings hervortritt, dass die vulcanischen Linien häufiger den Thälern zwischen den Kulissen, als den Kulissen selbst entsprechen.

NO. Borneo entspricht der Breite der Sulu-See; noch vor

wenig Jahren war der Bau dieser grossen Insel nur sehr wenig bekannt (II, 209). Man glaubte in der Anordnung der Gebirgszüge des Innern eine Aehnlichkeit mit Halmahera oder Celebes zu erkennen. Immer deutlicher trat dann die überwiegende Bedeutung der Richtung NO.—SW. oder NNO.—SSW. hervor.[103]

Hierauf lernten wir durch die Reisen Molengraaff's, welche den grössten neueren Fortschritt in der Kenntniss dieses Landes veranlasst haben, dass in der Mitte von Borneo breite, beinahe OW. streichende Zonen vorhanden seien.[104] Die Summe der heute zur Verfügung stehenden Erfahrungen gestattet die folgende Uebersicht.

Die Insel Bauguey der Sulu-Kette besteht aus Serpentin und Marmor;[105] nahe S. von derselben liegt die kleine Insel Malwalli, von welcher eine heisse Schlammquelle erwähnt wird, dann ist Borneo erreicht. Die beiden Vorgebirge, welche die Marudu-Bucht begrenzen, bezeichnen den Beginn des wichtigsten Gebirgszuges von Borneo. Gegen SO. breitet sich eine weite Ebene aus, die bis zu den Höhenzügen reicht, welche die Nordseite der Darwel-Bucht bilden,[106] gegen SW. aber hebt sich höher und höher ein von Sandstein und Schiefer aufgebautes Gebirge, aus welchem endlich, alles überragend, der aus syenitischem Granit bestehende Stock des Kinibalu hervortritt (5088 M.).

Ausserordentlich steile und hohe Abstürze begrenzen nach Spenser S. John's Schilderung an mehreren Seiten den Granitstock gegen das umliegende, vielfach durchfurchte Gebirge. Der Gipfel oder vielmehr der Kamm ist etwa 3 Kilom. lang und gegen NO. streckt sich, 3000—3300 M. hoch und durch eine tiefe Kluft abgetrennt, noch ein längerer, zackiger Grat. Ein anderer Sporn geht zuerst gegen SW., dann gegen SSW., sinkt bald auf 2400 M. herab und ist mindestens 30 Kilom. lang. In der Entfernung von 45 Kilom. sinkt die Passhöhe auf 1370 M. Gegen Westen betragen die Abstürze des Granites Tausende von Fussen und auch die vorliegenden Ketten senken sich so rasch, dass in weniger als 40 Kilom. das Meeresufer erreicht ist.[107]

Die Lage des Kammes des Kinibalu entspricht der Richtung des Gebirges, welches, wie Crocker bereits vor Jahren richtig

erkannte, mit wechselnder Höhe erst gegen SSW. und SW. zieht und etwa in 112° 25′ den Berg Tjondong oder Tidong erreicht. Dabei beugt sich die Richtung allmählich etwa von 1° 30′ n. Br. an gegen Ost-West, dann gegen Nord-West. Wo die Beugung gegen NW. am stärksten hervortritt, am oberen Sikajam (110° 20′ ö. L.), treten Gabbro-Stöcke zum Schiefer;[108] endlich erreicht der Bogen in den Schieferfelsen des Vorgebirges Datoe und dem Granit des benachbarten Gading (2° 5′ n. Br.) die Westküste von Borneo.[109]

Die wenigen bisher bekannt gewordenen Spuren lassen vermuthen, dass den Sedimenten an der Nordseite dieses Bogens grosse Mannigfaltigkeit zukömmt. Die Sandsteine scheinen grosse Ausbreitung zu besitzen;[110] lange Kalkzüge treten auf, welche die bekannten Vogel-Höhlen umschliessen. In Sarawak wurde durch Tenyson-Woods irgend ein tieferes Glied der Gondwána-Flora bekannt (II, 210); ein Theil der Kalkzüge ist wahrscheinlich palaeozoisch, aber in anderem Kalkstein vom Sarawakflusse hat B. Newton das Vorkommen von Alectryonia amor, einer Art des europäischen mittleren Jura, nachgewiesen. Dem äusseren Rande endlich fällt die tertiäre Kohle der Insel Labuan zu.[111]

Dieses selbe Gebirge ist es, dessen südliche Abhänge Molengraaff von den Quellen des Kapoewas ostwärts bis 114° ö. L. verfolgt und das Ober-Kapoewas-Gebirge genannt hat. Die glänzenden Arbeiten dieses Forschers geben einen Einblick in den Bau der Mitte der grossen Insel.

Der Fluss Kapoewas, länger als der Rhein, fliesst in westlicher Richtung; er entspringt in 1° n. Br. und mündet nahe südlich vom Aequator. Sein Gefälle beträgt von Boenoet, 738 Kilom. von der Mündung, bis zum Meere nur 37 M. Hier in Boenoet befindet man sich in der weiten und tiefliegenden Alluvial-Ebene des Kapoewas, und N. vom Flusse breiten sich grosse See'n aus. Nördlich von der Ebene und den See'n liegt das genannte Gebirge. Es bildet einen flachen, gegen Süd convexen Bogen. Es zieht von ONO., aus Berau herbei, erreicht auf der Wasserscheide des Kapoewas im Berge Lawt 1767 M. und bildet dann den bereits genannten Tjondong (1242 M.). Im Nordwesten von

den grossen See'n (W. von 112° ö. L.) sinkt es tief herab; dann erhebt es sich wieder, beugt sich gegen WNW. und erreicht, wie gesagt, das Vorgebirge Datoe.

Das Ober-Kapoewas-Gebirge besteht nach Molengraaff in der von ihm untersuchten Strecke (112° bis 114° ö. L.) aus seidenglänzendem Phyllit mit Quarzadern. Es bricht gegen Süd mit einer langen OW. Verwerfung gegen die Niederung des Flusses ab. Aus dieser ragen da und dort Kuppen und Züge der Danau-Formation, eines Mergels, Kalksteins oder auch Diabas-Tuffes mit Jaspis-Lagen und Radiolarien, nach Hinde vielleicht von jurassischem Alter, hervor. Diese Gesteine sind an der Phyllit-Kette tief abgesunken und von O. gegen W. auf eine Strecke von 280 Kilom. bekannt. Gegen Süden trifft man über denselben gefaltetes Cenoman mit Orbit. concava.

Ueber dieser gesenkten Schichtgruppe stellt sich an ihrem südlichen Rande ein jüngeres vulcanisches Gebirge ein; Molengraaff bezeichnet es als das Müller-Gebirge. In 112° 30' beginnt es als eine Reihe vereinzelter andesitischer Berge, welche gegen Osten ziehen; dann tritt in der gleichen Richtung an ihre Stelle ein bis 45 Kilom. breites Tafelgebirge von horizontalem vulcanischen Tuff, der wohl 1200 M. mächtig ist und verkieselte Baumstämme in natürlicher Stellung umschliesst, wie sie auch z. B. aus den Tuffen des Yellowstone-Gebietes bekannt sind. Noch weiter gegen Ost sieht man an Stelle des Tuffes wieder vulcanische Berge, vorwaltend aus sehr sauren Laven bestehend. Das Müller-Gebirge ist auch durch 280 Kilom. bekannt. Das östliche Ende kennt man nicht. Weiter im Westen stehen einzelne andesitische Berge mitten in der Niederung des Kapoewas. Es möchte wohl die Frage gestattet sein, ob nicht die vereinzelten, noch viel weiter im Westen auftretenden andesitischen und zum geringen Theile auch basaltischen Vulcane NO. von Bengkajang als entfernte Vorposten des Müller-Gebirges zu betrachten seien. Von diesen ist Melaboe (beil. 0° 50' n. Br., 109° 35' ö. L.) seit längerer Zeit beschrieben; die anderen liegen gegen NO., unter 1° n. Br.[112]

Dieser Verlauf der vulcanischen Vorkommnisse folgt beiläufig dem bogenförmigen Streichen des gefalteten Phyllit-Gebirges. Es

sind südlich von diesem Gebirge durch die vereinigten Bemühungen der niederländischen Forscher in einem breiten Gürtel, der vom Müller-Gebirge gegen Bengkajang zieht, und der gesenkten Zone der Danau-Formation und des Cenoman entspricht, ausser diesen noch Anzeichen von Sedimenten und verschiedenem Alter nachgewiesen worden.

Am obersten Kapoewas, am Flüsschen Boelit (etwa 113° 47' ö. L.) und mitten in dem Gebiete der Tuffe des Müller-Gebirges selbst, traf Molengraaff in dunklem Kalkstein einen vielleicht zu Marginifera gehörigen Rest, welcher oberpalaeozoisches Alter anzeigt.[113] Wing Easton fand weit im Westen davon, zwischen Loemar und Sepang, NNO. von Bengkajang, Cephalopoden, welche Krause dem Lias zuzählt.[114] Eine Reihe von Vorkommnissen des oberen Jura scheint sich N. von Bengkajang in der Richtung OW. oder OSO.—WNW. aus der Gegend von Kendai gegen Boedoek zu ziehen.[115] Hierauf folgt eine Reihe von Vorkommnissen der Kreideformation, unter welchen jedoch bisher nur Cenoman und Senon vertreten sind.

Im J. 1889 lieferte Martin nach den Funden von Schelle den überraschenden Nachweis, dass ein Theil der sog. ‚alten Schiefer' des westlichen Borneo von cretacischem Alter sei. Die cretacischen Schiefer stehen oft ziemlich steil und ziehen mit Str. O.—W. oder SO.—NW. durch die genannten Gebiete von Boedoek und Sepang. NO. von Bengkajang wurden sie wieder gefunden. Ferner traf Everwijn weit im Osten am Fl. Seberoeang das bereits erwähnte Cenoman mit Orbit. concava und dieser Horizont wurde von Schelle auch am Fl. Bojan (112° 30') aufgefunden. Die mittlere Kreideformation dürfte an dem ganzen äusseren Saume dieser zerstreuten Spuren eines mesozoischen Bogens vorhanden sein, bis sie im Osten unter den vulcanischen Anhäufungen des Müller-Gebirges verschwindet.[116]

Südlich von dieser gesenkten Zone, in welcher, wie wir sahen, in 112° bis 114° die Niederung des Fl. Kapoewas liegt, beginnt ein anderer Bau des Landes. Mächtige, ungefaltete Lagen von tertiärem Sandstein treten auf und bilden tafelförmige Berge. Sie sind nach Krause's Untersuchungen durchwegs von brackischem Ursprung.[117]

Am Flusse Embahoe (112° 20', l. Zufl. d. Kapoewas) liegt Eocän mit Cyrena borneensis, welche in SO.-Borneo Kohlenflötze begleitet. Oestlich von hier hat Molengraaff zwischen Mer. 112° 40' und 113° 20' ein Profil südwärts bis zum Meere gezogen, welches alle S. vom Müller-Gebirge folgenden Höhen durchschneidet und welchem wir folgen wollen.

Wir befinden uns am S.-Rande der Ebene des Fl. Kapoewas; tertiärer Sandstein bedeckt den Boden; über denselben erheben sich vereinzelte vulcanische Ausläufer des Müller-Gebirges; unter dem Sandstein sieht man da und dort etwas gefaltetes Cenoman, vielleicht auch Spuren der Danau-Gesteine mit Radiolarien. Dann hebt sich allmählich in einer breiten Tafel gegen Süd der tertiäre Sandstein. Er ist von OW. laufenden Brüchen durchzogen, an welchen er sich senkrecht stellt, aber bald flacht er wieder aus, steigt langsam südwärts an und bildet das Madi-Plateau (bis 1138 M.). Bevor der Aequator erreicht ist, bricht das Plateau steil gegen Süden ab. An seinem S.-Abhange sieht man wieder die gefaltete Kreideformation.

Hier liegt der Oberlauf des Fl. Melawi. Die tertiären Sedimente mögen Cyrenen in verschiedenen Horizonten enthalten; sie steigen nochmals in breiter Tafel flach gegen Süden auf, bilden das Schwanner-Gebirge und brechen nochmals steil gegen Süden ab. Dieser Abbruch ist aber von dem vorhergehenden verschieden. Hier bildet Granit den südlichen Fuss; auch ist der Bruch wahrscheinlich durch Abtragung gegen N. gerückt und hiedurch ungerade geworden. Wo er am meisten gegen Süd reicht, überragt ihn und das ganze Sandstein-Plateau der aus Granit und Porphyr bestehende Gipfel Raja (2270 M.). Alles S. vom Raja liegende Land ist nach Molengraaff als gesunken anzusehen; noch einmal, in 1° s. Br., quer über den Fl. Samba, sieht man in einer Grabenversenkung jüngere vulcanische Felsarten und dann bildet granitisches Gestein wahrscheinlich den Untergrund des ganzen niedrigen Landes bis zur Küste (3° 15' s. Br.) hinab.

Molengraaff's Profil lehrt daher Folgendes:

Im Norden (bis 1° 15' n. Br. herab) ist ein gefaltetes Ketten-Gebirge (Ob.-Kapoewas-Geb.) mit leicht bogenförmigem Streichen

(hier OW.) vorhanden. Im Süden (bis etwa 0° 40′ s. Br., Gipfel Raja) von der Küste herauf ist ein granitisches Vorland sichtbar, welches weiter gegen N. von alttertiären, brackischen Sandstein-Tafeln (Schwanner-Geb., Madi-Plateau) verhüllt ist.

Die ganze Grenzregion zwischen dem Ketten-Gebirge und dem Vorlande ist an streichenden OW.-Brüchen gesunken. Besonders tief ist der äussere Rand des Ketten-Gebirges gesunken (Tiefland und See'n am Fl. Kapoewas). Am Süd-Rande dieser tieferen Senkung stand eine Kette von Vulcanen (Müller-Geb.), aber die OW.-Brüche setzen auch südwärts in das Vorland fort, und Raja ist vielleicht ein Horst in demselben.

Soweit ich nun zu lernen im Stande war, erlangt dieses granitische Vorland, stellenweise sich zu ansehnlichen Höhen erhebend, da und dort bedeckt von tertiären Schollen oder von goldführendem Schwemmlande, eine grosse Ausdehnung. Molengraaff weist auf die Uebereinstimmung mit dem Granit von Soekadam in Matam (nahe der W.-Küste, 1° s. Br.). Es dürfte in der That den ganzen Südwesten von Borneo bilden und gegen Süden, so wie es Gaffron's ältere Karte zeigt, das ganze Flachland umgürten, welches die Südküste von Borneo bis über Bandjermasin einnimmt und, im Thale des Barito weit nach N. reichend, die Niederung Bekompei in sich begreift. Niemand kann sagen, was künftige Entdeckungen bringen werden; für heute erscheinen alle Ländereien vom Schwanner-Gebirge bis Cap Sambar im Südwesten als eine archaische Scholle, welche trennend zwischen den Faltenzügen liegt, nicht ganz unähnlich der grösseren Masse von Cambodge.

Der Natuna-Archipel im Westen von Borneo dürfte gleichfalls hauptsächlich aus Granit bestehen.[118]

Zwei Bemerkungen sind noch an diese Erfahrungen aus Central-Borneo zu knüpfen.

Molengraaff hat an den Abhängen des Ob. Kapoewas-Gebirges auf Phyllit lose Gerölle eines dunklen Kalksteins angetroffen, in welchen B. Newton und Holland Discocyclina nachweisen konnten, als die erste Spur einer tertiären Meeresbedeckung, welche nach der heutigen Auffassung jünger wäre als die Cyrenen-Schichten der Tafelberge.[119]

Stellt man sich ferner vor, Borneo würde in jenen Zustand versetzt, in welchem sich heute andere Theile des Sunda-Archipels befinden, d. i., würde das Land hoch überfluthet sein und würden die Vulcane des Müller-Gebirges in Thätigkeit sein, so würden diese Vulcane nicht den Lauf der Cordillere (Ob.-Kapoewas Geb.), sondern den begleitenden Bruch anzeigen. —

Der Südosten von Borneo besitzt einen Bau, welcher von jenem der bisher betrachteten Theile verschieden ist. Wir beginnen die Betrachtung des Gebietes im äussersten Südosten auf Grund der ausführlichen Darstellungen von Hooze.[120]

Die kleine Insel Sebekoet (116° 23′ ö. L.), welche von N. gegen S. gestreckt ist, besteht an ihrer Ostseite aus einem steilen und schmalen Höhenzuge von Serpentin und Diabas, welcher NS. streicht. An seinem westlichen Fusse ist er von einem schmalen Streifen von untereocänen, kohlenführenden Sedimenten begleitet; die Mitte und der Westen der Insel sind Flachland, bis an die Strasse Djohor.

Aus dem N.-Theile dieser Strasse erhebt sich ein Riff von Diabas, Poelo Manti. Jenseits der Strasse Djohor ist die weit grössere Insel Laut von der Südspitze bis zum nördlichen Ende durchzogen von dem ansehnlichen Gebirge Sebetoeng, aus Diabas, gegen Westen aus Serpentin bestehend. Im nördlichen Theile der Insel, wo die Richtung NNO. hervortritt, verschwindet der Serpentin und abermals erscheint ein Saum von eocänen kohlenführenden Schichten an der Westseite des Gebirges; die Flötze fallen steil gegen West unter die Strasse Laut. Auf der Insel Soewangi, welche mitten in dieser Strasse liegt (3° 25′ s. Br.) tritt der gegen O. geneigte Gegenflügel dieser Mulde hervor und W. von diesem sieht man abermals Serpentin.

Der nördliche Theil der Strasse Laut liegt daher in einer eocänen Synclinale, welche zu beiden Seiten von Serpentin begleitet ist und gegen NNO. streicht. In der Fortsetzung dieser Richtung erscheinen auf dem Vorgebirge Dewa und der benachbarten Inselgruppe Nangka die eocänen Schichten wieder, hier flach gelagert, vielleicht der Mitte der Mulde angehörig.

Noch weiter, auf dem Vorgebirge Batoe (3° s. Br.) tritt neuerdings ein langer und schmaler Höhenzug von Serpentin und Diabas hervor, die Bucht Kloempang abgrenzend. Er dürfte die Fortsetzung des Serpentin's der Insel Soewangi, d. i. der W.-Umrandung der eocänen Mulde sein. Dieser Zug ist gleichfalls von eocänen Ablagerungen, und zwar zu beiden Seiten, begleitet. Er streicht längs der Meeresküste gegen NNO. und innerhalb der Bucht Pamoekan 2° 33′ s. Br.) liegt sein aus Diabas bestehendes Ende. Dieses Ende ist von sehr steilgestellten eocänen Schichten von beiden Seiten her ummantelt. Auf der Westseite dieses Zuges tritt sogar Ueberfaltung und widersinnige Neigung ein.[121]

In diesem Theile von Borneo sind daher drei durch alttertiäre Mulden getrennte Kulissen von Eruptivgestein vorhanden. Sie sind: 1. Der Osten der Insel Seboekoet; 2. die Insel Laut; 3. der Westen der Insel Soewangi, in deren Fortsetzung der Zug Kloempang-Pamoekan liegen dürfte. Die erste Kulisse streicht gegen Nord; in den beiden anderen tritt Str. NNO. hervor.

Von der Südspitze von Borneo an bis etwas über 4° s. Br. tauchen nahe der W.-Küste vereinzelte Klippen von Gabbro, Diabasporphyrit und Serpentin hervor. Nach Verbeek sind sie von cretacischem Alter. Von dem Cap Dewa, nahe S. von 4° s. Br., erhebt sich sofort ein Höhenzug, G. Bira (376 M.), welcher aus denselben Felsarten besteht. Aehnliche Höhenzüge schliessen sich aneinander; endlich tritt ein zusammenhängendes gegen NO. streichendes Gebirge hervor. Der Diabas-Porphyrit tritt zurück und das Gebirge besteht aus zwei langen Serpentin-Rücken, dem Bobaris- und dem weit mächtigeren Meratoes-Gebirge. Sie sind durch ein tiefer liegendes Gebiet von Glimmerschiefer, Chlorit- und Quarzitschiefer verbunden, zwischen welche Serpentinzüge eingreifen. An den nordwestlichen Rücken, Bobaris, schliesst sich gegen NW. ein ziemlich breiter Zug von Conglomerat, Sandstein und Schiefer, welcher obercretacische Versteinerungen führt. Diesen sind noch weiter gegen NW. untereocäne Flötze, mitteleocäner Mergel und Nummulitenkalk aufgelagert. Hooze's geologische Karte von Martepoera zeigt diese regelmässige Folge und das allgemeine Streichen gegen NO.[122]

Der Unterschied gegenüber den bisher erwähnten Kulissen liegt in dem Erscheinen der vielleicht archaischen Schiefer zwischen den beiden Serpentin-Rücken, dem Auftreten der Kreideformation und der veränderten Richtung. Die älteren Arbeiten von Verbeek lehren aber, dass etwas weiter gegen N. die alten Schiefer verschwinden, indem beide Serpentin-Rücken unter dem einzigen Namen des Meratoes-Gebirges sich vereinigen, welches sich zugleich gegen NNO. beugt und endlich in fast nördlicher Richtung weit fortzieht.[123] Man sieht es von der Bucht Kloempang (3° s. Br.) her und hier ist demselben in Ost ein Kalkzug, das Bangkalaän-Gebirge, vorgelagert, wahrscheinlich aus Nummulitenkalk bestehend. In seiner weiteren nördlichen Fortsetzung bildet es landeinwärts die Grenze der kleinen Sultanate der Ostküste; in die Adang-Bucht tragen die Flüsse Serpentin, allerdings auch Glimmerschiefer und Quarzit herab. Selbst am Unterlaufe des Flusses Koetai (0° 35′ s. Br.) traf Hooze noch untermiocänen Sandstein, welcher in steilen Falten NS. quer über den Fluss streicht.[124] Aller Wahrscheinlichkeit nach reicht die Fortsetzung des Meratoes-Gebirges und das meridionale Streichen bis in die Nähe des Aequators.

Aus den Untersuchungen von Hooze und Verbeek ist daher zu ersehen, dass zu den früher genannten Kulissen sich noch hinzufügen: 4. das langgestreckte Meratoes-Gebirge und 5. Bobaris. Diese beiden letzteren zeigen eine beträchtliche Abschwenkung ihrer südlichen Theile gegen SW.

Die Gesammtheit dieser Kulissen aber convergirt gegen Nord und bildet eine grosse Virgation gleichartiger Aeste, welche S. von Bandjermasin eine Beugung verräth im Sinne der Beugung des gefalteten Gebirges von N.-Borneo, nämlich Molengraaff's Ob.-Kapoewas-Gebirge, welches, jenseits der archaischen Scholle des Südwestens, vom Kinibalu gegen Cap Datoe zieht.

Es scheint allerdings eine allgemeine Convergenz aller Gebirgszüge von Borneo nach N. oder NNO. stattzufinden, aber die vorliegenden Beobachtungen gestatten mir nicht zu sagen, ob und auf welche Art die Kulissen des Südostens und namentlich das Meratoes-Gebirge, sich über den hohen Rücken

fortsetzen, welcher den Karten zufolge aus der Mitte der Insel gegen SO. zum Cap Mangkalihat zieht. Auch nördlich von diesem Gebirge sind die Angaben nur sehr gering.

An dem Cap Tinagat (4° 13′ n. Br., 117° 59′ ö. L.) in der St. Lucia-Bai, welches die Nordgrenze der holländischen Besitzungen bezeichnet, traf Hooze eine Felsart, welche von Retgers einem Hornblendeporphyrit von Pengaron im Bobaris-Gebirge verglichen wird.[125]

Aus der Nähe der Mündung des Siboekoeflusses erwähnt Lehnert grobkörnigen Granit.[126]

Trotz dieser ausserordentlichen Lücke tritt dennoch die Einfügung in die Virgation der Philippinen und die Aehnlichkeit der südöstlichen Kulissen von Borneo mit gewissen Theilen der Philippinen deutlich hervor. Auf Gabbro, Diabas oder Diorit legt sich in den Philippinen an vielen Orten der Nummulitenkalk, auch dort lange und schmale Cordilleren umgebend. Auch dort erscheint tertiäre Kohle, wenn auch vielleicht von jüngerem als eocänem Alter, aber auch Borneo führt Flötze in höheren tertiären Horizonten. Sehen wir von dem Vulcan auf der Insel Negros ab, so erblickt man hier wie auf dem benachbarten Cebu je einen altvulcanischen, als Diorit bezeichneten Zug, dann, wenigstens auf Cebu, Nummulitenkalk (II, 215), hierauf Flötze, und Centeno hat bereits darauf aufmerksam gemacht, dass auf beiden Inseln, Negros und Cebu, die Flötze auf solche Weise gegeneinander geneigt sind, als würde die trennende Meeresstrasse von Tañon in dieser Kohlenmulde fliessen.

Dieses ist die Wiederholung dessen, was wir eben um 13—14 Breitegrade südlicher in der Strasse Laut kennen gelernt haben. In beiden Fällen streichen die Strassen gegen NNO.[127]

Celebes ist noch in vielen Theilen ganz unbekannt; aber die Ergebnisse der bisherigen Forschungen lassen bereits erkennen, dass es, ganz wie die Halbinsel Chalcidice, seine chiragratische Form der Vereinigung einer Anzahl ungleichartiger Stücke verdankt.

Das erste Stück bildet das NO. Horn, Minahassa. Dasselbe besteht aus einer Anzahl dicht gedrängter Vulcane und

ist ein Theil der vulcanischen Zone, welche aus SO.-Luzon quer über Mindanao und über die Sangi- (oder Sanguir)-Inseln herbeizieht.[128] Im Norden stehen Vulcane, wie Batu-Angus, Klabat u. And. Der See von Tondano (1° 10′ bis 1° 17′ n. Br.) ist nach Wichmann und Bücking gegen W. von Vulcanen, gegen O. von einem Andesit-Rücken, dem Lembean-Gebirge, umgrenzt.[129] Gegen Süd folgen wieder Vulcane und nach Martin auch eine Scholle von mitteltertiärem Orbitoidenkalk.

Nach den Beobachtungen der Brüder Sarasin endet das vulcanische Gebiet an einer schräge über die Halbinsel laufenden Tiefenlinie, welche zum grössten Theile das Thal des Fl. Dumoga bildet; sie liegt an der Nordküste etwas O. von Mer. 124° und an der Südküste etwas W. von demselben. Aber auch schon im Norden der basaltischen Tafel Mongondo, welche das SW.-Ende des vulcanischen Gebietes anzeigt, wurde an einer Stelle (bei Kottabangan) Thonschiefer (Fall. etwa NO.) gefunden.

Die Inseln Togean und Una-Una im Busen von Tomini werden von mehreren Beobachtern als Vulcane und als die Fortsetzung der Minahassa angesehen; nach einer Bemerkung der Brüder Sarrasin dürfte auch das Cap Api, an der S.-Küste dieses Busens, einen kleineren vulcanischen Berg tragen, welcher auch dieser Zone zufiele.[130]

Das nächste Stück von Celebes, Gorontalo, besteht aus einem von O. gegen W. gestreckten Streifen von archaischen Felsarten. Im Osten gehört hieher das Bone-Gebirge (1400 bis 1500 M.), nach Sarrasin aus lichtem Granit mit einer Hülle von Gneiss bestehend, und N. von diesem die Kette Huntuk-Buludawa.[131] An diese schliesst sich ein längerer ostwestlicher Granitzug im Norden der Halbinsel, welcher durch eine Furche getrennt ist von einem minder hohen und kürzeren, ziemlich parallelen Granitzuge im Süden. Der N.-Abbruch des N.-Zuges ist sehr steil; Schelle und Wichmann betrachten übereinstimmend den Granit von Gorontalo als einen Horst. Nach Wichmann wäre das Thal zwischen beiden Granitzügen ein Graben.[132] Bei Sumalata (122° 30′) befinden sich nach Bücking die dortigen Erzgänge in einem groben Conglomerat von Eruptivgesteinen,

welche als Porphyrite bezeichnet werden. Auch Diorit wird erwähnt.

Hr. Bergingenieur Hundeshagen hat die Güte, mir mitzutheilen, dass die Erzgänge in N.-Celebes in einem Gestein auftreten, welches er als einen Diorit auffasst, der ziemlich grosse Schollen von Thonschiefer umfasst. Das Streichen dieser Vorkommnisse ist West von Palell im Reich Bwool NNO. bis NO. An der NW.-Ecke von Celebes traf Hundeshagen 1—8 Kilom. W. von Tontoli und nahe der Küste grüne und rothe alte Schiefer, von Granit durchsetzt und so stark gefaltet und verworfen, dass sich das Hauptstreichen nicht ermitteln liess. An zwei bis drei Stellen sah man Str. N. Bei Stroonen Cap, an der Küste im Süden bis Sitjello und noch weit über Cap Dampelas hinaus überwiegt der Granit. Vulcane fehlen.[133]

Die hohen Berge, welche an der Stelle der Umbeugung der Halbinsel gegen SW. und S. stehen, und welche den Busen von Tomini gegen NW. umgrenzen, sind nicht erforscht.

Im Hintergrunde des Meerbusens, beiläufig im Aequator, zieht eine tiefe Senkung quer über Celebes und scheidet die Gebirge des Nordens von jenen des Südens.

In 0° 45′ s. Br. wurde Celebes von Wichmann durchquert; hier trifft man im Westen einen Saum von Sandstein und Conglomerat, dann Gneiss und etwas Granit bis zur Ostküste.[134]

Dieses ist wahrscheinlich ein Theil der Cordilleren, welche die Brüder Sarrasin von dem SW.-Ende der Bucht von Tomini weit gegen SO. verfolgt haben.[135] Wiederholte parallele Ketten aus Glimmerschiefer und Quarzit, stellenweise aus Grünstein und Serpentin, ziehen von dem Ende dieser Bucht zuerst gegen S. und wenden sich gegen SSO., wobei sie mit steilem Abfalle den Ostrand des See's Posso begleiten. Dieser ist über 300 M. tief und als eine tektonische Linie anzusehen.

Das ganze Gebirge wendet sich dann gegen SO. bis OSO., die Linie des Posso-See's liegt nun innerhalb der parallelen Ketten und auf ihr erscheint mit der gleichen Richtung der tiefe Matanna-See, 400 M. hoch, 480 M. tief, folglich unter das Meer hinabreichend.

Nachdem die Ketten hierauf in die südöstliche Halbinsel von Celebes eingetreten sind, wenden sie sich rasch aus OSO. gegen SW., die Tiefenlinie aber folgt auch dieser neuen Richtung und hier (N. und S. von 3° s. Br.) liegt auf ihr der Towuti-See, der grösste von Celebes. Diese Reihe grosser See'n bezeichnen die Brüder Sarrasin als den See'ngraben. Die Gebirgszüge streichen wahrscheinlich gegen SW. oder SSW. in der südöstlichen Halbinsel weiter.

Diese selben Züge erreichen den nördlichsten Theil der Bucht von Boni. Es folgt die gegen SO. ziehende, über 3000 M. hohe Bergmasse Latimodjong im nordöstlichsten Theile der südlichen Halbinsel.

Im übrigen besitzt die südliche Halbinsel einen wesentlich abweichenden Bau. Schon zwischen 3° 15′ und 3° 45′ s. Br. trafen die Brüder Sarrasin zwischen dem Berge Latimodjong und der Westküste nur tertiäre Ablagerungen. Sie bestehen aus grauem Thon mit brackischen oder Süsswasser-Muscheln und Landpflanzen, welcher überlagert ist von weissem Kalkstein. Die ganze Serie ist mit Str. OW. gefaltet; die Kalke, welche in den Synclinalen liegen, können bis über 1000 M. erreichen. Am Felsen Loko taucht dazwischen ein tertiäres vulcanisches Gestein hervor.[136] Da ähnliche tertiäre Ablagerungen vom See Posso bis an den Golf von Tomoiki reichen, und nach Wichmann auch das Vorgebirge W. von der Bucht von Palos aus einen tertiären Eruptiv-Gestein und tertiären Sedimenten zu bestehen scheint, ist es wahrscheinlich, dass tertiäre Ablagerungen überhaupt die Cordilleren ummanteln.

Wir wenden uns aber weiter der südlichen Halbinsel zu. In geringer Höhe über dem Meere liegen hier die See'n von Sidereng und Tempe. Gegen Süden erhebt sich das Land; wir kennen seinen Bau durch Wichmann.[137]

Die breite, schon genannte, vereinzelte Masse des Latimodjong (3° 45′ s. Br.), welche sich N. von den See'n erhebt, ist vielleicht ein Vulcan. Gegen Süden strecken sich zwei Gebirgszüge, durch ein Längenthal getrennt; der westliche, gegen die Mangkasar-Strasse gelegen, ist bei weitem der mächtigere

und erreicht 1000 M. Er besteht aus basaltischen, andesitischen, auch leucitischen Felsarten und aus tertiären Ablagerungen; das östliche Gebirge wird von jüngeren tertiären Schichten gebildet. Alles ist gefaltet, Str. NS., doch gegen den äussersten Südosten mit Str. N. 60° W.

Die Bucht von Boni wird als eine Grabensenkung angesehen. Im Süden werden beide Höhenzüge durch die grosse Masse des Vulcan's von Bonthain (Lompo-Battang 3057 M.) vereinigt und auf diese Art wird das Längenthal geschlossen. Archaische Felsarten sind nur als Geschiebe in einem der Flussthäler bekannt.

Die langgestreckte Insel Saleyer im Süden von Celebes besteht in ihrem östlichen höheren, steil gegen O. abfallenden Theile aus vulcanischen Felsarten, im Westen aus jüngeren Meeresablagerungen.[138]

Der Süden der SO.-Halbinsel von Celebes ist mir unbekannt. Von der O.-Halbinsel zwischen den Busen von Tomaiki und Tomini, welche die hohe Tokalla-Kette trägt, nennt Verbeek an vielen Stellen Diabas, Peridotit und andere basische Felsarten.

Es ist nicht zu sagen, ob und in welcher Weise der Zug von OW. streichenden Inseln (Obi, Taliabo u. s. w.) auf Celebes sich fortsetzt. Im Angesichte dieser grossen Lückenhaftigkeit der Kenntnisse lässt sich heute nur Folgendes bemerken:

In Celebes erscheinen längere Züge von alten Felsarten, welche zum Theile von gefalteten tertiären Schichten umgeben sind. Von diesen Zügen sind etwas näher bekannt: das von Ost gegen West gestreckte Stück von Gorontalo, welches für einen Horst gehalten wird, ferner das Hervortreten der Streichrichtung NNO. bis NO. im Nordwesten der Insel, dann die Gruppe paralleler Ketten, welche aus der Gegend O. vom Golf von Palos, unter wiederholter Aenderung ihrer Richtung und begleitet von dem See'ngraben, durch die Mitte von Celebes in die SO.-Halbinsel zieht. Minahassa ist jungvulcanisch und ist ein Theil der Sangi-Zone. Die ganze südliche Halbinsel ist vulcanisch und tertiär. Die NO.-Halbinsel zeigt die basischen Eruptivgesteine.

Zum Schlusse mag noch ein eigenthümliches Verhalten der leucitischen Felsarten erwähnt sein. Die grosse Liste von 121

Vulcanen von Java und den benachbarten Inseln, welche Verbeek und Fennema geliefert haben, zeigt an ihrer Spitze fünf Vulcane, welche, von den anderen räumlich abgetrennt, auch dadurch ausgezeichnet sind, dass sie allein bisher leucitische Gesteine geliefert haben. Ihrem Alter nach reichen sie gewiss in die Tertiärzeit zurück, wenn auch einzelne vielleicht später wieder thätig gewesen sein mögen. Sie bilden eine etwas bogenförmige Reihe, welche in NW. mit der Insel Bawéan, N. von Java, beginnt und sich an dem NO.-Rande von Java, südlich von der Insel Madoera fortsetzt. Der östlichste, am NO.-Ende von Java, ist Ringguit, welcher einen Krater mit dem Halbmesser von $10^1/_2$ Kilom. besitzt, den grössten von Java.[139]

An dieses leucitische Bogenstück scheinen sich die gleichfalls tertiären Leucitgesteine anzuschliessen, welche Wichmann in SW. Celebes angetroffen hat, als würde ein, wenn auch unterbrochener, leucitischer Bogen vorhanden sein. Aber täglich kann irgend ein neuer Fund lehren, dass diese Vorstellung nur auf der Unvollständigkeit unserer Erfahrungen beruht.

Halmahera. Die Kenntniss von dem Baue dieser Insel beruht neben der orographischen Beschreibung durch Campen auf den von Verbeek gegebenen Nachrichten. Ausserdem hat Kükenthal hauptsächlich auf den Norden bezügliche Beobachtungen veröffentlicht und hat Retgers Gesteinsproben von verschiedenen Theilen von Halmahera beschrieben.[140]

Verbeek unterscheidet mehrere vulcanische Linien; sie gehören fast ausschliesslich der Westseite der Insel an und haben einen wenn auch gekrümmten, doch in der Hauptsache meridionalen Verlauf. Die älteren Vulcane bestehen aus Hornblende- und Glimmer-Andesit, seltener aus Pyroxen-Andesit oder Basalt. In sehr vielen Fällen ist die Kraterform verloren gegangen. Eine dieser älteren Linien beginnt westlich vom N.-Ende von Halmahera in den N. Loloda-Inseln, zieht ausserhalb der W.-Küste über S.-Loloda in leichtem Bogen herab, berührt dann Halmahera, fällt vielleicht eine Strecke weit mit der sofort zu erwähnenden Linie thätiger Vulcane ausserhalb der Westküste zusammen und setzt sich weiter über Kajoa an der W.-Seite der Straat Pa-

tientie bis zum südlichen Ende von Batjan fort. Hier ist ihre Richtung SSO. Auf der anderen Seite der Strasse beginnt am S.-Ende von Halmahera eine ähnliche Linie mit gleicher Richtung, welche Verbeek bis Kekeh (O. von Obi-Besar) verzeichnet, von wo eine andere ältere Vulcanlinie gegen WSW. bis an die NW.-Küste von Neu-Guinea zieht. Die am südlichsten Ende von Halmahera auftretenden Inseln sind basaltisch.[141]

Eine Gruppe älterer Vulcane von Pyroxen-Andesit befindet sich an der NO.-Küste von Halmahera; ihr Mittelpunkt ist der Galela.[142] Von dieser Gegend zieht eine leicht gegen West convexe Linie von jungen, zum Theile thätigen Vulcanen gegen SSW. schräge über die nördliche Halbinsel, erreicht an der Nordseite der Djalolo-Bai das Meer und setzt sich über die Vulcane der Insel-Reihe von Hiri, Ternate u. A. bis zur Insel Makian (0° 15′ n. Br.) fort. Diese letztere Strecke ist es, auf welcher die jüngere Linie von Ternate und die ältere Linie von Loloda zusammenfallen dürften.

Die mehr oder minder meridionale Richtung dieser Linien deutet auf Verbindung mit den Philippinen, aber selbstverständlich kann es sich hier nur um Vermuthungen handeln. Die Gruppe der Talauer-Inseln ist, wie mir Hr. Hundeshagen schreibt, ganz oder doch zum grossen Theile sedimentären Ursprunges. Verbeek erinnert, dass die Linie der thätigen Vulcane von Halmahera (Linie von Ternate) von der Djalolo-Bai gegen NNO. (gegen Galela) von der Richtung zu den Philippinen abweicht, möchte aber eine Verbindung der älteren (Loloda) Linie mit der Ostküste von Mindanao muthmaassen; diese Küste wird als ein Bruch angesehen.[143]

Alle übrigen Theile von Halmahera bestehen, so weit sie bis heute bekannt sind, fast ausschliesslich aus Gabbro, Peridotit, Serpentin und anderen hochbasischen Eruptiv-Gesteinen. Dasselbe gilt von den benachbarten grösseren Inseln, wie Rau und Morotai im Norden und Batjan im Südwesten. Es wurde bereits gesagt, einen wie grossen Antheil diese selben Felsarten an der Zusammensetzung der gegen SO. gelegenen Inseln bis Waigoe, Batanta und bis an die Küste von Neu-Guinea nehmen. Sie werden in neuerer Zeit alle der Kreideformation zugezählt.

Nach den Aufsammlungen Kükenthal's erwähnt Linck auch das Vorkommen von Gneiss auf Batjan, von altem Strahlstein-Schiefer im südlichsten Theile von Halmahera, und von weissem Nummulitenkalkstein aus dem Südosten.[341]

Junger Korallenkalkstein umgürtet den grössten Theil von Halmahera.

Uebersicht der östlichen Altaiden. Vor uns liegt der südliche Theil des alten Scheitels, das weite mongolische Hochland Changai. Es besteht aus archaischen Felsarten. Ein breiter Gürtel von palaeozoischer Grauwacke zieht von Sabaikalien her über Urga bis in die Nähe seines südlichsten Theiles, und hier beginnt die Einsenkung des See'n-Thales. Längs des Dsapchyn bis über Kobdo und Uliassutai setzt sich die stufenförmige Senkung fort, und ihr tiefster Theil liegt in ihrem innersten Gebiete, am Ubsa-nor. So trennt sie den Gobi-Altai vom Scheitel, welcher denselben Bau besitzt und ein Stück des alten Scheitels ist.

Weit im Nordwesten sind von dem jüngeren Scheitel, dem Altai, jene zahlreichen Wellen ausgegangen, welche zuerst Tian-shan heissen, in diesem mehr und mehr der WNW. Richtung sich anbequemen und dann nach einander die Namen Bei-shan, Lung-shan, Nan-shan und mittlerer Kuen-lun tragen.

In der Nähe von An-si am Su-lei-che, unweit von dem westlichen Ende der Oasen von Kansu, trifft mit der Richtung ONO. der niedrige Gneisszug San-sjan-tsy unter spitzem Winkel auf das Wüstengebirge, welches den südlichen Rand des Bei-shan darstellt. Dieses ist der Beginn veränderter Verhältnisse, und von hier an sieht man zuerst die Fortsetzung des Lung-shan, hierauf das mächtige Richthofen-Gebirge, dann jede einzelne Hauptkette des Nan-shan, welche die hinreichende Länge besitzt, knieförmig abgelenkt aus WNW. gegen ONO. in die Richtung des Anembar-ula und des Altyn-tag, als würde diesen Gebirgen eine gleichzeitig wirkende aber gleich starke oder noch stärkere faltende Kraft innegewohnt haben. So ist es vom westlichen Ende der Oasen von Kansu bis Tsaidam und bis zu den hochliegenden See'n Kum-kul, und dabei steigen nicht nur die Ketten, sondern auch die Thalböden immer höher und höher auf über

die vorliegende Ebene des Jarkend-darja. Das ist die westliche Begrenzung.

Im Osten liegt die grosse sinische Scholle mit ungefalteten cambrischen Schichten. Von jüngeren Sedimenten bedeckt, bildet ihr westlicher Theil den Untergrund von Ordos. Das nordwestliche Knie des Hoang-ho bezeichnet ihren hier fast rechtwinkligen Umriss. Nun kann man sehen, dass die allgemeine Bewegung gegen Süd, welche die Altaiden beherrscht, auch im Osten nicht fehlt. Der grosse Chingan ist gewiss zum Theile im Norden ein Faltengebirge, wobei allerdings die Richtung seiner Falten jene der nachdevonischen Falten des alten Scheitels abschneidet; wahrscheinlich ist er aber auch in seiner ganzen Länge ein Faltengebirge. Gegen Kuku-choto schliessen sich schräge, gegen WSW. streichende Kulissen aneinander, bilden den In-shan und den bogenförmigen, völlig in Kulissen aufgelösten Chara-narin-ula.

Wir stehen wieder im Angesichte des südlichsten Theiles des alten Scheitels, südlich von der Wüste Ala-shan. Die grossen Züge des Tian-shan haben östlich von dem gewaltigen Karlyk-tag ihr keilförmiges Ende erreicht und der Bei-shan ist nur durch die verhältnissmässig schmale Shujten-Gobi vom südlichen Rande des Gobi-Altai, oder richtiger von dessen vorliegendem Zuge des Adji-Bogdo getrennt. Durch die Ausschaltung des Tian-shan sind die Falten der Altaiden in die Richtung der Bogen des alten Scheitels gelangt und man kann keine Grenze zwischen beiden erkennen. Nun treffen sich die Bogen aus Ost und aus West. Adji-Bogdo verlängert sich in den Kökö-tymyrti und felsige Spuren bezeichnen den Zug quer über die Wüste bis Tostu und Noin-Bogdo an ihrer Ostseite. Die östlichen Enden der Ketten des Bei-shan beugen sich in gleichem Sinne. Von Osten verlängert sich Chara-narin-ula bis an die Jawarai-Berge, weit in der Wüste gelegen. Sogar die Enden der mächtigen nördlichen Bogen des Nan-shan folgen in einem etwas östlicheren Meridian der gleichen Beugung. Das Gebirge Ala-shan aber ist völlig gegen Ost überfaltet, und das tiefliegende und flache Ordos ist sein Vorland.

Es ist schwer zu beurtheilen, ob die Aufbeugung der Nan-shan-Ketten südwärts bis Lan-tshou-fu reicht; jedenfalls hat

sie bei Di-dao, jenseits des Hoang-ho, ihr Ende erreicht, denn südlich von diesem Orte ziehen die Ketten des mittleren Kuen-lun gradlinig und unbehindert gegen OSO. und bilden dort an dem südlichen Rande der sinischen Scholle den Tsin-ling-shan.

Die Einengung, welche die Altaiden im Osten durch das Vorland Ordos erleiden, ist allerdings ihrer Art nach wesentlich verschieden von jener, welche Anembar-ula und Altyn-tag im Westen hervorbringen, aber die vereinigte Wirkung beider führt zu einer ausserordentlichen Anschwellung aller Thalböden in den Altaiden und ihrer ganzen Masse selbst, so dass diese Thalböden bis 4000 M. steigen und im ganzen östlichen Tibet auf eine sehr lange Strecke nicht unter 4500 M. herabsinken. Diese mächtige Hauptgruppe dichtgedrängter Kulissen wendet sich aber mehr und mehr gegen Süd, und es ist nur ein vereinzelter Nebenast, welcher Tsin-ling-shan bildet. Dabei bildet sich zwischen der Richtung dieses letztern und jener der Hauptgruppe fast ein rechter Winkel, und man möchte annehmen, dass beide fast rechtwinklig gegen einander gestellte Gebirgszüge noch gemeinsam gegen SO. bewegt worden seien, denn es entsteht ein vom Hauptstamme gegen NNO. abgehender, die Stadt Ja-tshu-fu in gegen SO. concavem Bogen umgebender, endlich an die Südseite des Tsin-ling-shan sich anschmiegender secundärer Gebirgszug, Ta-pa-shan, dessen östliches Ende in südwärts gewendete Schuppen gelegt ist. Bei den Stromschellen von It-shan am Yang-tse-kiang wird nochmals ähnliche gegen SO. gerichtete Bewegung kennbar.

Wir kehren aber zur Hauptgruppe zurück. Im Westen ist sie neuerdings beengt durch das Ostende des Himálaya und das Keilstück von Assam. Nachdem dieses Hinderniss überwunden ist, treten die bisher gestauten Kulissen in den Nága-Bergen gegen SW. vor und bilden die bogenförmigen Züge von Arrakan. Zugleich mit der Erweiterung des Raumes bemerkt man in der Breite von Ta-li-fu die Neigung der Altaiden, auseinanderzuweichen. Es entsteht eine östliche, gegen Yünnan und eine westliche, gegen Burma gerichtete Gruppe, und zugleich mit der Erweiterung vermindern sich auch die Höhen der Thalböden wie der Ketten.

Im Mittellaufe des Me-kong verrathen die knieförmigen Beugungen des Flusses den nunmehr hervortretenden Gegensatz der Richtungen; endlich sind beide Gruppen völlig getrennt und zwischen beiden werden die älteren Felsarten von Cambodge sichtbar.

Die weitere Entwicklung jeder dieser beiden Gruppen ist aber eine verschiedene.

In den östlichen Kulissen der östlichen oder Yünnan-Gruppe verlieren die Gneisse und alten Schiefer der hohen Ketten südwärts nach und nach ihre Höhe und indem sie herabsinken, verschwinden sie endlich unter der zusammenhängenden Decke ihrer sedimentären Hülle. Es ist Kalkstein von palaeozoischem und mesozoischem Alter, gefaltet, aber zu einem hohen Tafellande abgetragen in Ost-Yünnan und in Kuei-tshou. Die mittleren Kulissen dieser Gruppe haben gleichfalls ihre Höhe vermindert, aber sie setzen fort in der Richtung des Rothen Flusses und bilden die Ketten von Tonking. Eine westliche Kulisse endlich findet noch längere Fortsetzung; dieses ist die Cordillere der Ostküste von Annam.

Weit jenseits des südchinesischen Meeres sieht man einen bogenförmigen Zug. Er beginnt an der Westküste des Golfes von Lingayen im westlichen Luzon und erstreckt sich als Sierra de Zambales bis in die Nähe der Bucht von Manila. Seine Fortsetzung liegt auf Lubang, in den Calamianes und Paragua. Daran schliesst sich Kini-balu und das bogenförmige Gebirge von Sarawak bis Cap Datoe in West-Borneo. Dieser Bogen entspricht durch seine Lage sehr annähernd der Cordillere von Annam; zugleich ist er der westliche Ast der philippinischen Virgation, allerdings in SW.-Borneo durch das Hervortreten einer älteren Masse abgetrennt von den anderen philippinischen Aesten, welche jenseits von dieser Masse in dem Martapoera-Gebirge und bis auf die Insel Sebekoet in SO.-Borneo erkennbar sind. Ein anderer Ast dieser Virgation, durch Vulcane vertreten, zieht von W.-Mindanao über die Sulu-Inseln nach Borneo, ein dritter, ähnlicher, vom Vulcan Apo in S.-Mindanao, dem V. Butulan und den Sanguir-Inseln zu den Vulcanen von NO.-Celebes und vielleicht bis zu jenen der Bucht von Tomini. Ein vierter Zug ist

angedeutet durch die vulcanische Loloda-Linie nahe der Westküste von Halmahera. Je weiter im Ocean, in um so höherem Grade werden die Leitlinien durch Vulcane angezeigt.

Auf diese Art endet die östliche Gruppe der östlichen Altaiden. Alle Kulissen sind verschwunden bis auf die westlichste. Diese hat als Cordillere von Annam eine gegen Ost convexe Beugung angenommen und sich in die Krümmung der philippinischen Aeste gefügt.

In der westlichen oder burmanischen Gruppe der Altaiden sieht man gleichfalls die allgemeine Abnahme der Höhen, welche auch hier zugleich mit der Erweiterung des Gebietes eintritt. Auch hier sind es die östlichen Aeste, welche zuerst verschwinden. Dieses sind die Höhenzüge, welche den Me-kong oberhalb Vien-tian begleiten und sie gehen bereits im Quellgebiete des Menam verloren. Umso länger sind die folgenden. Diese strecken sich östlich vom Salwin durch Unter-Burma fort und bilden, als Kulissen stückweise aneinandergereiht, Tenasserim, die malayische Halbinsel und die Inseln über Billiton bis Karimoen-Djavoe, N. von Java. Auf diese Art zeichnet sich zuerst der grosse burmanische Bogen.

Von Kunlon am Salwin bis Mandalay sieht man nun südwestliche Richtung der Ketten, welche weiter gegen Süd in die südliche übergeht, während in den Shan-Staaten ein Karstgebiet eine ähnliche Stellung einnimmt, wie das Kalk-Hochland von O.-Yünnan und Kuei-tshou. Zwischen Sittang und Irawadi folgt der breite tertiäre Streifen, welchem der Pegu Yomah angehört und dessen Fortsetzung der Golf von Pegu und vielleicht die flache östliche Hälfte von Sumatra sind. Im Delta des Irawadi erreicht die lange und merkwürdige Vulcan-Linie das Meer, deren nächste Glieder Narcondam und Barren Island sind.

Wie in der Yünnan-Gruppe der Altaiden, so sind auch in der burmanischen Gruppe die westlichen Aeste bei weitem die längsten. Sie sind es, welche in den Patkai- und Nága-Bergen vorwärts treten, dann die Curve von Arrakan und Cap Negrais bildend. Ihrem äusseren Saume gehört auch die lange Reihe von Inseln an, welche von hier bis Pulo Engaño, W. von

Süd-Sumatra, sich aneinander reihen. Das Barisan-Gebirge in S.-Sumatra zeigt noch ein grösseres Stück einer Kulisse, aber immer mehr überwiegen die vulcanischen Gebilde. Auf Java sind neben ihnen nun mehr etwas cretacisches Gestein und tertiäre Schichten sichtbar. Die lange bogenförmige Kulisse löst sich mehr und mehr auf; dann tritt aus WSW. über Sumba und Timor noch einmal eine letzte Kulisse hinzu, vollzieht die Beugung um die Banda-See und verschwindet. Dabei ist das Meer südlich von Java 4500 bis 6000 M. und die Banda-See 5600 M. tief.

Die Lage des australischen Festlandes ist sichtlich von Einfluss gewesen auf den Verlauf des grossen Bogens. Es wird an späterer Stelle gezeigt werden, dass die australische Cordillere über die Torres-Strasse nordwärts hinüberreicht in das Flachland des Fly-River auf Neu-Guinea. Australien und Neu-Guinea umrahmen den Banda-Bogen.

So endet die westliche Gruppe der östlichen Altaiden. Auch hier sind alle Kulissen verschwunden bis auf die westlichste. Diese hat sich als ein langer Bogen hinausgestreckt in das tiefe Meer, dabei fortwährend abnehmend an Mächtigkeit. Noch eine letzte kürzere Kulisse, jene von Timor, tritt hinzu, endlich beugt sich der Bogen in sich selbst zurück, gefangen zwischen fremden Horsten.

Der Banda-Bogen berührt nicht die südlichsten muthmaasslichen Ausläufer der philippinischen Virgation, weder die Vulcan-Linie der Minahassa und des Golfes von Tomini, noch jene auf Batjan und Süd-Halmahera. Eine zweifache Schaar von ostwestlich streichenden Inseln schaltet sich ein, Misul, Obi-Besar, Mangoli, Taliabo und die Peling-Gruppe im Norden und Ceram mit Buru und Ambon im Süden, welche letzteren öfters noch zum Banda-Bogen gezählt werden. Es ist anzunehmen, dass diese beiden Reihen von Inseln die Fortsetzungen der beiden westlichen Vorgebirge von Neu-Guinea sind, und dass die zwischen ihnen liegende Ceram-See dem Golf von Buru entspricht.

Nicht nur durch seine Leitlinien ist das hier besprochene Gebiet bedeutsam. In den Bergen von Arrakan beginnen jene merkwürdigen mesozoischen, zumeist wohl cretacischen Eruptiv-

Gesteine, welche über die Molukken und zahlreiche Inseln bis Neu-Caledonien und bis Neu-Seeland sich ausbreiten, überall durch den hohen Gehalt an Magnesium ausgezeichnet. Der östliche Zweig der östlichen Altaiden bezeichnet die Gegend des Eintrittes der Tethys in das heutige asiatische Festland. Viele einzelne Umstände, wie die Stauung und Ueberfaltung des Ala-shan-Gebirges gegen das Vorland Ordos oder die erzwungene Rückbeugung des Banda-Bogens lassen keinen Zweifel darüber, dass es auch in diesem Theile der Erde lebhafter bewegte Gebiete gegeben hat oder noch gibt, im Gegensatze zu widerstrebenden, nicht oder viel weniger bewegten Gebieten, und dass der Vorgang der Gebirgsbildung keineswegs ein gleichartiger gewesen ist.

Indem man dem Laufe der Leitlinien zu folgen versucht, gewinnt man den Eindruck, als ob einzelne lange Falten, fortwährend in ihrer Längenrichtung Fortsetzung suchend, sich zwischen und an den Hindernissen fortgepflanzt hätten, wie Tsin-ling-shan oder Arrakan, während andere, wie Ala-shan, durch Pressung an ein Hinderniss entstanden sind, selbstverständlich mit allen Formen von Uebergängen zwischen beiden Arten.

Eine eigenthümliche und dankbare Aufgabe ist künftiger Forschung gestellt durch den Umstand, dass hier, namentlich in den Molukken, Gebirge, welche gefaltete mitteltertiäre Schichten in sich schliessen, umgürtet sind von abgestuften Säumen von Kalkstein, deren höchstgelegene nach allem Anscheine bis in die jüngere Tertiärzeit zurückreichen. Es gibt eine Vorstellung für den mechanischen Fortgang einer Faltung und eben so für ein rhapsodisches Sinken des Meeresspiegels durch anderweitige Vergrösserung der Meerestiefen, aber es gibt kaum eine Vorstellung für das ruckweise Hervorstossen von Inseln, und für einen solchen zweiten, anderen, neben der Faltung vor sich gehenden Hebungsvorgang. Dass aber auch bis in die späte Zeit mitten im Hochgebirge faltende Bewegung vor sich gegangen ist, zeigen deutlich die continentalen Gobi-Ablagerungen.

Diese Ablagerungen sind am Wei horizontal; sie erreichen den Nordrand des Tsin-ling; von Tshing-tshou am Wei erhielt Lóczy aus ihnen Stegodon insignis. Weiter gegen NW., bei

Kun-tshang-fu am obersten Wei bekleiden sie die aufgelösten Umrisse des alten Gebirges. W. von Lan-tshou ist der Hoang-ho tief in dieselben eingeschnitten und von hier breiten sie sich zum Sin-nin aus, eine weite Tafel bildend. Südlich von Lan-tshou, in der Richtung des Tao-che, dringen sie bis Min-tshou und bis gegen 33° n. Br. vor, bald horizontal oder mit leichter Neigung an das Gebirge gelehnt, bald auch mässig gefaltet nach der hier herrschenden Richtung WNW.

Sie greifen aber auch weiter im Westen als rothe, salzführende Ablagerungen tief in die Thäler zwischen den hohen tibetanischen Ketten ein. In 93° ö. L. fand Rockhill das ganze Thal zwischen Marco Polo und Kuku-shili von ziegelrother Farbe, und sein Grund ist von Salzsee'n bedeckt. Jenseits Kuku-shili, in 35° n. Br., sah derselbe Reisende einen Tafelberg von rothem Sandstein. Hier stehen wir auf der Anschwellung der Falten; hier sinkt der Thalboden nirgends unter 4500 M. Noch weiter, S. von der Kette Dung-bure, erblickte Rockhill, so weit das Auge reichte, nur rothen Sandstein. Aber auch weit hinab im Gebiete des Yang-tse-kiang besteht z. B. der Sattel Rishod-la, W. von Batang, aus horizontal gelagertem rothem Sandstein und Conglomerat.[145]

So liegen diese Sedimente, wenn auch nicht überall von gleichem Alter, wie ein zerrissener rother Schleier über dem Lande, geeignet, Aufschluss zu geben über seine letzten Bewegungen.

Man mag vermuthen, dass die von Rockhill beschriebenen hochliegenden Schollen in abgesonderten hochliegenden Becken abgelagert seien. Dagegen sind hier aus dem Nan-shan zwei Beispiele angeführt worden, welche keinen Zweifel an späterer Bewegung zulassen. Das erste Beispiel ist ihr Eintreten von der Oase Tshou-ma-er gegen OSO. in das alte Längenthal zwischen dem Richthofen-Gebirge und Tolai-shan, ihr Ansteigen in diesem Längenthale bis über die Höhe des Passes Tsin-nin-daban, d. i. über 4220 M., und bei dem Ansteigen die gleichzeitige Verwandlung ihrer anfangs flachen Lagerung in synclinale Stellung mit steilen Neigungswinkeln. Mit Recht konnte Obrutschew sagen, das Thal müsse enger geworden sein. Das zweite

Beispiel ist die flache Lagerung in der Ebene S. von Süd-Kuku-nor und das immer steilere Ansteigen gegen dieses Hochgebirge, bis die Neigung von 70—80° erreicht wird.

Diese Vorkommnisse beweisen, dass faltende Bewegungen nicht etwa nur am Aussenrande der eurasiatischen Gebirge in später Zeit sich ereignet haben. Innerhalb des Amphitheaters von Irkutsk bildet die grosse cambrische Tafel das Bild ungestörter Ruhe, aber auch hier dauern die Faltungen des Randes bis in die Zeit der Angara-Floren fort oder erneuern sich in dieser Zeit. Gegen die Peripherie hinaus, gegen die Tiefen des pacifischen Oceans mehren sich aber die Anzeichen der allgemeinen Bewegung. Von Kamtschatka wie von der malayischen Halbinsel steigen die Cordilleren gleichsam in den Ocean hinab, und bis zu den Bonin-Inseln hinaus erkennt man, dass die Anordnung der Vulcane bedingt ist durch analoge Vorgänge.

Anmerkungen zu Abschnitt VI: Die östlichen Altaiden.

[1] F. v. Richthofen, China, II, S. 706, u. an and. Ort.

[2] F. v. Richthofen, Ebendas., II, Fig. 80, S. 372, 390 u. folg.

[3] Obrutschew, Orogr. u. geol. Skizze von der centralen Mongolei, Ordos, O.-Kansu u. W.-Shensi; Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 231—253; dess. Central-Asien, I, p. 188—266.

[4] Lóczy, Ost-Asien, S. 402 u. folg. Seither hat Futterer dieses vereinzelte Gebirge überschritten; dess. Durch Asien, I, Geogr. Charakter-Bilder; 8°, Berlin, 1901, S. 471 u. folg.

[5] P. Armand David, Journal d'un Voyage en Mongolie, fait en 1866; Nouv. Arch. du Mus. 1867, III, Bullet. p. 18—96, u. 1868, IV, Bullet. p. 1—83, Karten; N. v. Prjewalski, Reisen in d. Mongolei, im Gebiete der Tungusen und den Wüsten N.-Tibet's; deutsch v. A. Kohn; 8°, Jena, 1877, S. 120, 134, 217, u. and. Ort.

[6] David verzeichnet in Vol. IV, Taf. 2 jenseits des letzten hier erwähnten Gneisszuges noch eine breite Ebene mit zwei Bitterseen und noch eine entferntere granitische Kette im Norden derselben.

[7] Obrutschew, Isw. geogr. Ges. 1894, XXX, p. 239, 243; Central-Asien, II, p. 434—476.

[8] Obrutschew, Central-Asien, II, p. 434; bei Zalagai palaeozoische Korallen, p. 447.

[9] A. N. Kasnakow, Vorläuf. Bericht über die Reise quer über die Gobi vom Tempel Dsurachai-Dazan zum Tempel Tshortynton (in Kansu); Isw. russ. geogr. Ges. 1900, XXXVI, p. 153—169, Karte: insb. p. 165.

[10] Koslow, Nachricht von der Expedition u. s. w.; ebendas. p. 144.

[11] Obrutschew, Central-Asien, I, p. 309 u. folg., insb. p. 326, Karte.

[12] Prjewalski, am ang. O. S. 232.

[13] Obrutschew, Central-Asien, I, p. 337, Fig. 88.

[14] W. Woodville Rockhill, Diary of a Journey through Mongolia and Tibet; 8°, Washingt. (Smithson. Instit.), 1894, p. 40, 45.

[15] Etwas weiter gegen W., im Gebiete des Chyi-che, an einer Stelle, welche der Mitte der S.-Seite des Richthofen-Gebirges entsprechen dürfte, hat Potanin bereits vor längerer Zeit Versteinerungen des Unter-Carbon entdeckt; P. Wenjukow, Untercarb. Ablag. am Fl. Bardun in S.-Mongolien; Verh. russ. min. Ges. 1889, 2. Ser., XXV, S. 210—227.

[16] Obrutschew, Central-Asien, I, p. 359 u. folg. für Shi-tshotse-shan; p. 364 ist ein nach N. offener Bogen des Streichens S. v. Ta-la-pu beschrieben, welcher vielleicht genau die Stelle der Beugung bezeichnet; p. 418 u. folg. für Profil des Pin-fan-shan; er

besteht (p. 400) aus metamorphischem Schiefer, Augit-Porphyr und Tuffen und ist nur durch Erosion vom Shi-shan getrennt.

17 Lóczy, Ost-Asien, S. 582 u. folg., 605 u. folg., 645, für das Verhältniss von Potanin zum Kuku-nor das Kärtchen S. 603.

*18 Obrutschew, Central-Asien, II, p. 97.

19 Obrutschew, Central-Asien, II, p. 352, 357.

20 F. v. Richthofen, Grundlinie; Sitzungsb. Akad. Berlin, 1900, XL, S. 17 u. folg. Die genau bekannten Profile bei Kalgan geben keinen Aufschluss; dort sind die chinesischen Berge weit höher als die in etwa 1400 M. liegende, tief abgetragene und von jüngern vulcanischen Ergüssen überdeckte Gobi. Die beste Klarstellung des Wortes ‚Flexur' scheint mir in dem von Heim (Margerie et Heim, Les Dislocations de l'écorce terr., 8°, Zürich, 1888. S. 26) gebrauchten Worte ‚Tafelabbiegung' gegeben zu sein. Da nun an sehr vielen Stellen die Neigung sichtbar wird, Senkungen zu überschieben, wovon Beispiele gegeben worden sind und auffallende Beispiele folgen werden, wird leicht z. B. bei Senkung von Vorland die überschobene Flexur erzeugt, und es ist sehr möglich, dass gerade aus dieser örtlichen Vereinigung von senkender und von tangentialer Bewegung mehrere der grössten Ueberschiebungen hervorgegangen sind. Die Schwierigkeiten ergeben sich aus der äusseren Aehnlichkeit der einfachen, aus tangentialer Bewegung hervorgegangenen schiefen Falte und der durch Senkung entstandenen Flexur, und hierauf gründen sich wohl auch die von Bittner erhobenen Bedenken (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1887, XXXVII, S. 404 u. folg.). Hiebei bleiben die verwickelten Vorgänge ganz ausser Betracht, welche nach Willis zur vermehrten Deflection im Knie des ‚Stepfold' beitragen sollen (U. S. Geol. Surv. XIII, Rep. part II, p. 273). Bei langen und ohne Ueberschiebung gleichsinnig sich folgenden Linien solcher Art würde ich geneigt sein, mich für Flexur, daher Vorherrschen der Senkung, dort zu entscheiden, wo eine Summirung der Senkungen nach einer bestimmten Richtung aus der Gesammtheit dieser Linien kennbar ist, und für Faltung dort, wo solche Summirung nicht eintritt, und die flachere Neigung der längeren Schenkel eine Compensirung der steileren Neigung der kurzen Scheukel herbeiführt.

21 H. Fritsche, Ein Beitrag zur Geographie u. Lehre vom Erdmagnetismus Asien's u. Europa's; Peterm Mitth. 1885, Ergzheft Nr. 78, Karten, S. 10.

22 Richthofen, China, I, S. 225 u. folg.

23 Richthofen hatte den Ta-pa-shan dem Anschaaren des dinarischen Bogens an die Südalpen verglichen; Bogdanowitsch verglich das Verhältniss des mittleren Kuen-lun zu dem Bogen des Jarkend-darja dem Ta-pa-shan; Mitth. geogr. Ges. Wien, 1895, XXXVIII, S. 518; vgl. auch Wegener, Entschleierung der unbekanntesten Theile von Tibet; Festschrift für F. Freih. v. Richthofen, Berlin, 1893, S. 414. Nur ungern gebrauche ich den Namen Tarym-Niederung und Tarym-Gebirge, weil nach Prjewalski der Name Tarym als Flussname überhaupt den Bewohnern des Landes unbekannt ist. Tarym heisst Acker oder nutzbares Land, und insoferne die chinesischen Beamten Steuer einheben nach dem Maasse des zur Bewässerung benutzten Wassers, hat sich das Wort auf den Fluss übertragen.

24 Hiebei möchte ich auf die schöne Karte von Hassenstein hinweisen, welche Sven Hedin's Bericht in Peterm. Mitth., Ergzheft. Nr. 131 begleitet; vgl. auch M. Friedrichsen, Morphologie des Tiën-schan; Zeitschr. Ges. f. Erdk. Berlin, 1899, XXXIV, 191 SS., Karte.

25 St. Meunier, Note Géol. in J. L. Dutreuil de Rhins, Miss. scientif. dans la Haute Asie 1890—95, 4°, Paris, 1898, III, p. 205; allerdings liegen auch Angaben über Vulcane im Süden der Prjewalski-Kette vor, aber es fehlen mir andere als aus der Gestalt der Berge gezogene Nachweise.

26 Sven Hedin, Die geogr. wissensch. Ergebnisse meiner Reisen in Central-Asien 1894—1897; Peterm. Mitt. Ergzheft. Nr. 131, 1900; insb. H. Bäckström, Ueb. jungvulcan. Eruptivgesteine aus Tibet, ebendas. S. 375—378.

[27] K. Futterer u. Holderer, III. Bericht üb. die Reise durch Centr.-Asien u. China; Verh. Ges. Erdk. Berlin, 1899, S. 142, 144. Das landschaftliche Bild ist sehr anschaulich beschrieben in Futterer, Durch Asien, I, S. 318 u. folg.

[28] Obrutschew, Central-Asien, II, p. 304—361. Diese Linie ist auch in anderer Beziehung merkwürdig; oft ist der Gegensatz zwischen dem Vorherrschen der Querthäler im Tsin-ling und der Längenthäler in dem Tibetanischen Hochlande hervorgehoben worden; diese Linie bezeichnet die Grenze der meridionalen Querthäler und schon in einigen Zuflüssen des oberen Hoang-ho erscheint die bezeichnende Richtung NW., so im Ri-tshju und Rka-tshju auf Potanin's Karte von Amdo; Isw. geogr. Ges. 1877, XXIII.

[29] Obrutschew, Ebendas., II, p. 352.

[30] F. v. Richthofen, China, II, S. 638.

[31] Bogdanowitsch, Mittheil. geogr. Ges. Wien, 1895, XXXVIII, S. 525.

[32] W. W. Rockhill, Diary of a Journey through Mongolia and Tibet, p. 260, 267, 277, 280, auch 294 für das allgemeine Streichen OSO. Littledale ist im J. 1895 von Tschertschen gegen Süd quer auf das Streichen bis zum Garing-tso (89° ö. L., 32° bis 31° 30′ n. Br.) und zum Tengri-nor gereist und hat einige vulcanische Vorkommnisse erwähnt, über welche mir weitere Nachricht nicht vorliegt; vom Garing-tso bis in die Nähe von Leh, d. i. durch 11 Längengrade, lässt die Karte Ketten und Thäler in der Richtung des Himálaya erkennen. Geogr. Journ. 1896, VII, p. 453—483, Karten.

[33] Lóczy, am ang. Orte S. 692 u. folg.; insb. S. 731, 736, 746, Profile Fig. 142, 144 u. and.

[34] Lóczy, am ang. Orte, S. 767 u. III, S. 21.

[35] Noetling, Report on the Coalfields in the N. Shan States; Rec. Geol. Surv. Ind. 1891, XXIV, p. 99—119; C. L. Griesbach, Geol. Sketch of the country North of Bhamo; ebendas. 1892, XXV, p. 127—130; von F. Noetling's Veröffentlichungen ist insbesondere die geolog. Karte von NO.-Ober-Burma zu nennen, welche im Anschlusse an die Schrift: Ueb. das Vorkommen von Jadeit in Ob.-Birma, Neu. Jahrb. f. Min. 1896, I, Taf. I, erschienen ist. Diese Kartenskizze gestattet, trotz gewisser Abweichungen der Topographie, den Anschluss an Lóczy's Karten.

[36] T. D. Latouche, Prelimin. Report on the Geol. of the N. Shan States; Gen. Report Geol. Surv. Ind. For. 1899/1900, p. 74—95; P. N. Datta, Notes on the Geol. of the Country along the Mandalay-Kunlon-Ferry Railway Route, Upp. Burma; ebendas. p. 96—122; C. S. Middlemiss, Rep. on a Geol. Reconnaissance in parts of the S. Shan States and Karenni; ebendas. p. 122—153, u. Griesbach, ebendas. p. 32—37.

[37] Noetling, Field notes from the Shan hills (Upper Burma); Rec. Geol. Surv. Ind., 1890, XXIII, 2, p. 78, 79. Ein Exemplar bis 160 mm.

[38] F. Noetling, Carbonif. Fossils from Tenasserim; Rec. Geol. Surv. India, 1893, XXVI, p. 96—100.

[39] Noetling, Neues Jahrb. f. Min. 1896, I, S. 13; Bauer, ebendas.; Lóczy, Reise, S. 771.

[40] F. H. Smith, The Geol. of the Mikir Hills in Assam; Mem. Geol. Surv. Ind. 1897, XXVIII, p. 71—95, Karte; insb. p. 73.

[41] Die ältere Angabe, dass Trias-Fossilien in diesem Zuge auftreten (I, 581), beruht auf einem Irrthume; Oldham, Manual of the Geol. of India, 2. ed., 1893, p. 144.

[42] F. Noetling, The Development and Subdivision of the Tertiary system in Burma; Rec. Geol. Surv. Ind. 1895, XXVIII, p. 59—86.

[43] Ders., Note on the Geol. of Wuntho in Upp. Burma; ebendas. 1894, XXVII, p. 115—124.

[44] Auf Taf. X mussten des kleinen Maasstabes wegen unter *pal.* die muthmaasslich silurischen Kalksteine und die Phyllite, sowie unter *ca* das marine Obercarbon und begleitender Sandstein vereinigt werden; ebenso sind Granit, Gneiss und alle krystallinischen Schiefer zusammengefasst. Für abweichende Meinungen über die stratigraphische Stellung einzelner Vorkommnisse (Perm oder Obercarbon) F. Frech, Lethæa geogn. II, 1899, S. 384 u. folg.; für den Einfluss dieser Abweichungen auf die Beurtheilung des

Wesens einer Discordanz mag auf das später in Betreff des periadriatischen Gebietes Gesagte verwiesen sein.

45 Die ausführlichste mir bekannte Zusammenstellung findet sich auf dem Kärtchen des Geogr. Journ. 1896, VII, p. 303; vgl. auch ebendas. 1896, VIII, p. 566—585.

46 d'Orléans, Geogr. Journ. 1896, VIII, p. 571.

47 F. W. Carey, A trip to the Chinese Shan States; ebendas. 1899, XIV, p. 378—394.

48 Joubert in Garnier, Voy. d'Explor. II, p. 95 u. folg.

49 Counillon, Documents pour servir à l'étude géol. des env. de Louang-Prabang (Cochin-Chine); Comptes rend. 1896, II, p. 1330—1333, Kärtchen. Die von Joubert (p. 102) aus der Gegend WSW. von Louang-Prabang beschriebenen wandernden Solfataren werden von Lóczy für brennende Flötze gehalten.

50 J. S. Black, Journey round Siam; Geogr. Journ. 1896, VII, p. 429—452, Karte

51 Lóczy, Szechényi's Reise, I, S. 692—726.

52 E. Amundsen, A Journey through SW. Sechuan; Geogr. Journ. 1900, XV, p. 620—625, u. XVI, p. 531—537, Karten; insb. p. 532.

53 R. Zeiller, Sur quelques plantes foss. de la Chine mérid.; Comptes rend. 1900, CXXX, p. 186—188.

54 Michel-Lévy, A. Lacroix et Leclère, Note sur les roches crystall. et érupt. de la Chine mérid.: ebendas. p. 211—213.

55 Zeiller, Bull. soc. géol.; Séance du 4 Déc. 1893, p. CXXXV.

56 A. Billet, Deux ans dans le Haut-Tonkin; Bull. scientif. de la France et de la Belg. par A. Giard, 1899—98, 4 sér., VIII, p. 1—358, Karten; insb. p. 48—54. Von der Eisenbahn von Phu-lang-thuong nach Langson, welche die SO.-Fortsetzung der Höhen von Sao-bang durchschneiden dürfte, kennt man Reste muthmaasslich untertriadischer Ammoniten in schwarzem Schiefer; Douvillé, Bull. soc. géol. 1896, 3 sér., XXIV, p. 154.

57 Ch. Diener, Note sur deux esp. d'Ammonites triasiques du Tonkin; ebendas. p. 882—886; Juvavites Tonkinensis Dien.

58 Garnier, Voy. d'Explor. en Indo-Chine; 4°, Paris, 1873, Atlas, I, p. 442 u. folg. Ein Kärtchen der Quellen des Rothen Flusses gibt C. E. Bonin, Note sur les sources du fleuve Rouge; Bull. soc. géogr. Paris, 1897, p. 202—206.

59 P. Bons d'Anty, Relat. d'un voyage dans la région située au S. de Se-mao; Ann. de Géogr. 1899, VIII, p. 49—61, Karte; insb. p. 57.

60 Kreitner, Széchényi's Reise, I, S. 214; Lóczy, ebendas. I, S. 690; Rosthorn's Reise bewegte sich in derselben Gegend; Mittheil. geogr. Ges. Wien, 1895, XXXVIII, S. 285—320, Karte.

61 F. v Richthofen, Ueber Gestalt u Gliederung einer Leitlinie u. s. w., S. 893 u. folg.

62 F. S. A. Bourne, Rep. of a Journey in SW. China; Blue Book for 1888: China, Nr. 1, Fol. 92 pp., Karten. Bis nach Sungpan in NW. ist auch S. L. Litton vorgedrungen; Rep. of a Journey to N. Ssu-Chuan; Blue Book for 1898, Miscell. Ser. Nr. 457, 48 pp., Karten.

63 Leclère, Sur la géol. de la Chine mérid.: Comptes rend. 1900, CXXX, p. 184, 185, u. dess. Sur la continuité tectonique du Tonkin avec la Chine; ebendas. CXXXI, p. 966—969, Karte, u. Géogr. générale des provinces chinoises vois. du Tonkin; La Géographie, 1900, p. 267—288, Karte; H. Douvillé, Exam. des foss. rapp. de la Chine par la mission Leclère; Comptes rend. 1900, CXXX, p. 592—595. Lecanites psilogyrus gehört dem tiefsten Gliede der unteren Trias der Salzkette an. Eine sichere Bestimmung würde die Grenze der mesozoischen Tethys bis jenseits 107° ö. L. und N. von 26° n. Br. ausdehnen. Diese Gattung wurde aber auch von Diener in den permischen Bellerophon-Schichten der Südalpen gefunden. — Von einem nicht näher festgestellten Fundorte in Kuei-tshou hat E. Koken eine Trias-Fauna vom Typus von S. Cassian beschrieben; Neu. Jahrb. f. Min. 1900, I, S. 186—215.

64 Ch. Madrolle, Etude sur l'isle d'Hainan; Bull. soc. géogr. Paris, 1898, 7 sér., XIX, p. 187—228, Karte.

65 Jourdy, Note complément. sur la Géol. de l'Est de Tonkin; Bull. soc. géol. 1885—86, 3 sér., XIV, p. 445, Karte.

66 Edm. Fuchs et E. Saladin, Ann. des Mines, 1882, 8 sér., Memoires, II, pl. VI.

67 J. M. Bel, Mission au Laos et en Annam: Bull. soc. géogr. Paris, 1898, 7 sér., XXX, p. 261—290.

68 So hat es Lóczy auch vermuthet; Ost-Asien, S. 760.

69 R. D. Oldham, Geol. of the Andaman Isl.; Rec. Geol. Surv. Ind. 1885, XVIII, p. 135—145, Karte. Hier wird neuerdings die Uebereinstimmung mit den Felsarten von Arrakan bestätigt.

70 A. Carpenter, Barren Isl. and Narcondam; Rec. Geol. Surv. Ind. 1887, XX, p. 46 u. folg.; auch Prain, Flora of Narcondam; Journ. As. Soc. Bengal, 1893, LXII, part 2, p. 39.

71 H. Warington Smyth, Journeys in the Siamese East Coast States; Geogr. Journ. 1898, XI, p. 465—489, Karte; N. von Singora (7° 6') scheinen um den sog. Inland-See Spuren eines neuen Kalkzuges im Osten vorhanden zu sein (p. 482). Daneben die älteren Arbeiten von Low, Notes on the Geol. features of Singapore and some of the adjac. Islands; Journ. Ind. Archip. Singapore, 1847, I, p. 83—100; J. R. Logan, Sketch of the Phys. Geogr. and Geol. of the Malay Peninsula, ebendas. 1848, II, p. 83—138. u. dess. Geol. of the Straits of Singapore, ebendas. 1852, VI, p. 179—217 (auch Quart. Journ. Geol. Soc. 1854, VII, p. 310—344, Karte); Logan, Notices of the Geol. of the E. Coast of Johore; Journ. Ind. Archipel. Singapore, 1848, II, p. 625—631.

72 H. Lake, Johore; Geogr. Journ. 1894, III, p. 281—297, Karte; auch Louis, On the River Telubin; ebendas. 1894, III, p. 228 u. folg., Karte. Einige mesozoische Fossilien von unbestimmtem Charakter wurden von ‚Pahang trunk road, on the Lipis river' gebracht; Pahang liegt an der SO.-Küste der Halbinsel; vgl. R. Bullen Newton, On mar. triassic lamellibranchs discov. in the Malay. Penins.: Proc. Malacol. Soc. London, 1900, IV, p. 130—135.

73 R. D. M. Verbeek, Geol. Beschrijvn. van Bangka en Billiton; Jaarb. van het Mijnwez. in Ned. Oost-Ind., 1897, vol. XXI, und Atlas. Das Zinn erscheint als eine von dem Hornfels am Contacte des Granits völlig selbständige Imprägnation in Verbindung mit Quarzgängen und zum nicht geringen Theile ausserhalb des Granits im Gebiete der alten Sedimente.

74 W. Volz, Beitr. zur geol. Kenntniss von N.-Sumatra; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1899. LI, S. 1—61, Karte; L. Milch, Ueb. Gesteine von der Battack-Hochfläche (Centr. Sumatra); eb. das. S. 62—74; für eine allgemeine Uebersicht: J. F. Hoekstra, Die Oro- u. Hydrographie Sumatra's; 8°, Gröningen, 1893, 127 SS., Karte.

75 St. Traverso, Rocce di Sipora (Isole Mentavei): Atti Soc. Ligust. di Sc. nat. e Geogr.; Genova, 1895, VI, p. 3.

76 Verbeek, Voorloop. Versl. p. 15, auch Descr. géol. de Java et Madoura, p. 928 u. an and. Ort.

77 K. Martin, Eintheilung der Tertiärschichten auf d. Insel Java; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1900, LII, Protokolle, S. 2—8; unter Berufung auf Douvillé's Untersuchungen über Orbitoiden im Bullet. soc. géol. 1898, 3 sér., XXVI, p. 595 u. folg. stellt Martin die Lepidocyclinen in das Oligocän.

78 A. Wichmann, Gesteine von Kisser; Samml. d. geol. Reichsmuseum's in Leiden, 1887, II, S. 183—201, Taf. V; auch die Skizze in Tijdschr. Nederl. Aardr. Gen. 1892, 2. ser., IX, tab. XIII, Fig 4. K. Martin, Die Kei-Inseln u. ihr Verhältniss zur Austral.-Asiat. Grenzlinie; Tijdschr. Ned. Aardr. Gen. 1890, p. 1—42; insb. p. 20 u. folg. B. Kotô, On the Geol. Structure of the Malay. Archipelago: Journ. Coll. of Science, Tokyo, 1899, XI, pt. 2, p. 85—120, Karte.

79 A. Wichmann, Der Wawani auf Amboina u. seine angeblichen Ausbrüche; Tijdschr. Ned. Aardr. Gen. 1899, Nr. III, 36 pp., Karte: dazu K. Martin, Einige Worte über den Wawani, sowie über Spaltenbildungen u. Strandverschiebungen in d. Molukken; ebendas. 1899, 36 pp.

80 R. D. M. Verbeek et R. Fennema, Descript. géol. de Java et Madoura; 2 vol, 8° et Atlas, Amsterdam, 1896, pl. I u. an vl. Orten: Verbeek, Voorloop. Verslag over eene geol. Reis door het O. Gedeelte van d. Indisch. Archipel in 1899: Extra-Bijvoegs. d. Javash. Courant, Nr. 6, Batavia, 1900. 48 pp., Karte.

81 M. Weber, Die niederl. ‚Siboga'-Expedition; Peterm. Mitth. 1900, XLVI. S. 182—191, Karte.

82 Ch. W. Andrews, A Monograph of Christmas Island (Ind. Ocean), 8°, London, 1900 (herausgegeb. v. Brit. Museum), insb. p. 269—298, Karte.

83 Andrews, p. 290; Skeats, ebendas. p. 268; Gregory hält es für wahrscheinlich, dass der tertiäre Kalkstein den Boden des Plateau's erreicht; ebendas. p. 208.

84 Verbeek, Voorl. Verslag, p. 18 u. folg.

85 E. Beyrich, Zeitschr. d. geol. Ges. 1862, XXIV, S. 537, u. Ueber eine Kohlenkalk-Fauna v. Timor; Abh. Akad. Berlin, 1864, S. 61—98; Schneider, Bijdr. geol. Kenntn. v. Timor; Natuurk. Tijdschr. f. Nederl. Ind. 1863, XXV, u. Geol. Uebers. üb. d. holl.-ostind. Archipel, Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1876, XXVI, S. 113—134, Karten; A. Wichmann, Ber. üb. eine im J. 1888—89 ausgef. Reise nach d. ind. Archipel: Tijdschr. Ned. Aardr. Gen. 1892, IX, S. 161—176; A. Rothpletz, Die Perm-, Trias- u. Jura-Formation auf Timor u. Rotti im ind. Archipel; Palaeontogr. 1892, XXXIX, S. 57—106, Karte; Boehm in Verbeek, Voorl. Verslag, p. 48, u. Reisenotizen aus Ost-Asien; Zeitschr. d. geol. Ges. 1900, LII, S. 554—558.

86 Wichmann, Gest. v. Kisser (Note 78).

87 Martin, Die Kei-Inseln (Note 78).

88 So sagt auch Wichmann, Wawani, S. 28.

89 Schwager bei Wichmann in Tijdschr. Ned. Aardr. Gen. 1892, IX, p. 184.

90 Verbeek erwähnt Fälle, in welchen die obersten Kalkablagerungen eine geringe Neigung (5—10°), die mittleren eine noch geringere besitzen, die jüngsten aber horizontal liegen. Auf solche Neigungen im Sinne des Schichtenfalles würde ich weniger Gewicht legen, weil die Erfahrung zeigt, dass sie durch nebensächliche Veranlassung, sogar durch Entkalkung im Wege des Grundwassers, entstehen können. Von Bedeutung wären Störungen des Verlaufes der wagrechten Linie. Hier wiederholen sich möglicherweise die Schwierigkeiten vom Altenfjord. Verbeek, Voorl. Verslag, p. 37 u. folg.

91 K. Martin, Ueb. seine Reise in d. Molukken, durch Buru, Seram u. benachb. klein. Inseln; Verh. Ges. f. Erdk. Berlin, 1894, S. 506—521, Karte: ders. Reisen in d. Molukken, I. Ambon u. die Uliasser; 8°, Leiden 1897, Karten: ders. Ein Ichtyosaurus von Ceram; Samml. d. geol. Reichsmus. Leiden, 1898, IV, S. 70—85; J. L. C. Schroeder van d. Kolk, Mikrosk. Studien üb. Gesteine aus d. Molukken, 1. Gest. v. Ambon u. d. Uliassern; Jaarb. f. Mijnwez., 1895, XXIV, p. 1—57. R. D. M. Verbeek, Over de Geol. van Ambon; Verh. Akad. Amsterdam, 1899, 2. sect., VI, Nr. 7. p. 1—26, ferner die bereits angeführten Schriften von Martin u. Wichmann über d. Wawani.

92 Wichmann verzeichnet auch einen dritten Bogen, welcher von der NW.-Küste von Australien, über die Aru-Inseln, die W.-Küste von N.-Guinea u. die Südküsten von Misul u. u. Obi läuft.

93 Für die älteren Felsarten im Norden von Buru auch Schroeder v. d. Kolk, Samml. d. geol. Reichsmus. Leiden, 1900, VI, p. 77—127.

94 A. B. Meyer, Auszüge aus den auf einer Neu-Guinea-Reise im J. 1873 geführten Tagebüchern; Fol., Dresden, 1875, S. 16; A. Frenzel, Mineralogisches aus d. ostind. Archipel; Jahrb. d. geol. Reichanst. 1877, XXVII (Tschermak, Min. Mitth.) S. 306—308.

95 Boehm in Verbeek, Voorl. Versl. p. 48.

96 O. Beccari in Cosmos di G. Cora, 1875—76, III, p. 371.

97 B. Kotô, The Geolog. Structure of the Riu-Kiu Curve: The Geol. Magazine, Tokyo, 1897, V, Nr. 49, p. 1—12, Karte. Kotô unterscheidet ausser den bereits hier unterschiedenen Zonen (II, 219) noch eine östliche, äussere, jüngere Zone, durch welche die Aehnlichkeit mit den Antillen erhöht wird. Sie zieht über Tanega-Sima, Kikai, den

SW. Theil von Okinava-Sima, Miako-Sima (mit Lepidocyclina) und den südlichen Theil von Nishi Omoti. Sie besteht zumeist aus Korallenkalk. Die Beugung auf Nam-hu-sho-to wurde von Kotô auf der Karte verzeichnet aber noch nicht beschrieben; es ist noch kein fachkundiger Geologe auf dieser Insel gewesen. Man kennt nur aus mitgebrachten Handstücken Granit u. Gneiss von der N.-Hälfte von Ishigaki; die S.-Hälfte ist tertiär. — Marines Tertiär in einer Synclinale mit Kohle beschreibt Yoshishara vom NW.-Ende von Formosa; ebendas. 1899, VI, Nr. 72, p. 333. — Ein von Ishii veröffentlichtes Profil über Formosa stimmt im Wesentlichen mit der hier gegebenen Darstellung überein. — Das Geol. Magaz. von Tokyo erscheint in japanischer Sprache und ich verdanke die Vermittlung seines Inhaltes Hrn. Yamasaki.

98 N. Yamasaki, Unsere geogr. Kenntnisse von d. Insel Taiwan (Formosa); Peterm. Mitth. 1900, S. 221—234, Karte.

99 B. Kotô, Notes on the Geol. of the dependent Isles of Taiwan; Journ. Coll. Sc. Tokyo, 1899, XIII, pt. 1, 57 pp., Karte.

100 G. Windsor Earl, Contrib. to the physic. Geogr. of S. E. Asia and Australia; diese Abhandlung erschien zuerst in den Transact. Geograph. Soc. London, 1845, XV, hierauf mit sehr wesentlichen Erweiterungen in dem Journ. of the Ind. Archipel. Singapore, 1852, VI, p. 243—277, Karte, u. 1858, new ser. II, p. 278—286.

101 Al. Perrey, Documents sur les tremblements de terre et les Phénom. volc. dans l'Archip. des Philippines; Bull. Ac. sc. Dijon, 1860, 2 sér. VIII, p. 85—194, Karte nach Hochstetter; vgl. auch J. N. Aguilar, Mindanao, su historia y geogr., 8°, Madrid, 1894, p. 73.

102 Enr. Abella y Casariego, La Isla de Bilirán y sus Azufrales; Bolet. Comis. Mapa Geol. de España, 1884, XI, p. 359—369, Karte; insb. p. 365.

103 Die später zu erwähnenden Arbeiten holländischer Fachgenossen im SO. der Insel u. Th. Posewitz, Borneo; 8°, Berl. 1889, Karten, S. 198.

104 G. A. F. Molengraaff, Die niederländ. Expedition nach Central-Borneo in den J. 1893 u. 1894; Peterm. Mitth. 1895, S. 201—208, Karte u. dess. Geolog. Verkenningstochten in Centraal-Borneo (1893—94); Uitgeg. door d. Maatsch. ter bevordering van het Natnurk. Onderzoek. d. Nederl. Koloniën; 8°, Amsterdam, 1900, Atlas, u. Append. Hinde, Descr. of foss. Radiolaria from the Rocks of Centr. Borneo; 16 pp.

105 F. Giordano, Una esplorazione a Borneo; Boll. soc. geograf. Ital. 1874, XI, p. 209, Karte der Insel Buguey.

106 Sie wurde beschrieben von W. B. Pryer, Notes on N. E. Borneo and the Sulu Islands; Proc. Geogr. Soc. 1883, p. 90.

107 Spencer S. John, Observ. on the NW. Coast of Borneo: Journ. geogr. Soc. 1862, p. 219; O. Stapff, On the Flora of M. Kinibalu in N.-Borneo; Trans. Linn. Soc., 1894, 2. ser. Botany, vol. IV, hat p. 70—78 alle den Bau dieses Gebirgsstockes betreffenden Beobachtungen vereinigt.

108 C. J. van Schelle, Onderzoek naar Cinabar en Antimonium-glans in het Bovenstroomgebied der Sikajam-Rivier; Jaarb. v. h. Mijnwez. 1884, XIII, p. 123—141, Karten.

109 Will. M. Crocker, Notes on Sarawak and N. Borneo; Proc. Geogr. Soc. 1881, verzeichnet auf der Karte p. 256 bereits diese Umbeugung zum Cap Datu.

110 z. B. D. D. Daly, Explorations in Brit. N. Borneo; Proc. geogr. Soc. 1888, p. 2, 12, 15.

111 R. Bullen Newton, On a Jurassic Lamellibranch and some other assoc. fossils from the Sarawak River Limestones of Borneo, with a Sketch of the mesoz. fauna of that Island; Geol. Magaz. 1897, Dec. 4, vol. IV, p. 407—415.

112 N. Wing Easton, De Vulkanen Sitong en Pando ter Westerafdeel. van Borneo; Jaarb. van het Mijnwez. 1889, XVIII, p. 24—51, Karten.

113 P. G. Krause, Ueb. tertiäre, cretacische u. ältere Ablagerungen aus W.-Borneo; Samml. d. geol. Reichsmus. in Leiden, 1897, V, S. 173.

114 P. G. Krause, Ueb. Lias v. Borneo; ebendas. 1896, V, S. 154—168; K. Martin, Notiz üb. d. Lias v. Borneo; ebendas. 1898, V, S. 253—256.

115 F. Vogel, Mollusken aus d. Jura v. Borneo; ebendas. 1896, V, S. 127—153, auch Krause, Ueb. Lias etc. S. 155. Für die Fundstellen verweise ich auf Molengraaff's Karte in Peterm. Mitth. 1895, Taf. 14 und auf den Atlas in dess. Centr. Borneo.

116 Molengraaff, Centr. Borneo, p. 463; K. Martin, Untersuch. üb. d. Bau von Orbitolina (Patellina aut.) von Borneo; Jaarb. v. d. Mijnwez. 1889, XVIII, p. 86—108; ders., Versteinerungen aus der sogenannt. alten Schieferformation von W.-Borneo; Samml. d. Reichsmus. Leiden, 1889, IV, S. 198—202; Krause, Ueb. tert. cret. u. ält. Abl., S. 181—187. Eine ziemlich reiche Literatur knüpft sich bereits an diese cretacischen Vorkommnisse Krause führt ein wahrscheinlich zu Lytoceras Sacya gehöriges Stück vom Fl. Seberoeang an.

117 Molengraaff, Centr. Borneo, p. 444 u. folg.; Krause, Ueb. tert. cret. u. ält. Abl., S. 188—218; Martin hat die Fauna der Schichten mit Cyrena, welche im Gebiete des Fl. Mělawi an mehreren Punkten zu Tage treten, untersucht. Sie wurden in Aestuarien gebildet. Der Mělawi mündet N. vom Schwanner-Gebirge in den Kapoeas; K. Martin, Die Fauna der Mělawigruppe, einer tert. (eocänen) Brakwasser-Ablag. aus d. Innern v. Borneo: ebendas. 1890, V, S. 256—315.

118 Krause, Verzeichn. einer Sammlung v. Mineralien u. Gesteinen aus Bunguran (Gross-Natuna) u. Sededap im Natuna-Archipel; Samml. d. geol. Reichsmus. in Leiden, 1898, V, S. 221—236.

119 R. Bullen Newton and R. Holland, On some tert. Foraminif. from Borneo; Ann. Mag. nat. hist. 1899, 7. ser. III, p. 245—264. Hier auch eine ausführliche Anführung früherer Arbeiten über diesen Gegenstand.

120 J. A. Hooze, Onderz. naar Kolen in de Straat Laut en aangrenz. Landstrek.; Jaarb. v. d. Mijnwez. 1888, XVII, p. 337—429, Karten. Ders., Nadere Gegevens betr. enk. Kolenterreinen in Koetei; ebendas. 1888, XVII, p. 325—336, Karten.

121 Ders., Kolen an de O. Kust van Borneo van de St. Lucia tot an de Pamoekan baai; Jaarb. v. d. Mijnwez. 1888, XVII, p. 431—466, Karten.

122 Ders., Topogr., geol., mineral. en mijnbouwkund. Beschrijvn. van en gedeelte d. afdeel. Martapoera; ebendas. 1893, XXII, p. 1—431, Atlas; K. Martin, Ueb. d. Vorkommen einer rudistenführend. Kreideformation in SO.-Borneo; Samml. d. Reichsmus. Leiden. 1888, I, S. 117—125 ders., Die Fauna der Kreideformation Martapoera; ebendas. 1889, I, S. 126—197.

123 R. D M. Verbeek, Geol. Beschrijvn. d. Distrikt. Reina-Kiwa en Kanan in de Z. en O. Afdeel v. Borneo; Jaarb. v. d. Mijnwez. 1875, IV, p. 1—130, Karten; vgl. namentlich die Uebersichtskarte pl. I.

124 Hooze, S. Lucia, p. 439, 445, 447; auch Hooze, Straat Laut, p. 400.

125 J. W. Retgers, Mikrosk. Beschrijvn. van Gesteenten afkomst. van de Oostkust van Borneo, verz. door etc. J. A. Hooze, Jaarb. v. d. Mijnwez. 1895, XXIV, p. 81.

126 J. Lehnert, Um die Erde; Erdumseglung S. M. Corvette ‚Erzh. Friedrich'; 8°, Wien, 1878, S. 819; Tob. Frh. v. Oesterreicher sagt: granitisches Erdreich: Mitth. geogr. Ges. Wien 1876, XIX, S. 217.

127 J. Centeno, Mem. geol. min. de las Islas Filipinas; Bol. de la Mapa geol. de España, 1876, III, p. 31, sagt über die Flötze dieser Inseln: ‚que todas ellas forman parte de una misma cuenca, que aparaciendo en las vertientes occidentales de Cebú y en las orientales de Negros, pasa por debajo del estrecho del Tañon, que separa ambas islas . . . .; Hooze, Straat Laut, p. 423: ‚Deze Kolenformatie (op Poeloe Laut) zet sich onder de oppervlakte der zee . . . voort; aan de zuid- en oost-zijde van Soewangi, bij Tandjong Dewa, de Nangka eilanden etc. aan die oppervlakte verschijnende . . . .'; Das jüngere Alter der Kohlenminen von Cebú ergibt sich auch daraus, dass Martin aus denselben die für das Ober-Miocän von Java bezeichnende Vicarya callosa anführt; Ueb. tert. Fossilien v. d. Philippin.; Samml. d. geol. Reichsmus. Leiden, 1895, V, S. 59, 66.

128 Den Zustand des Vulcan's auf Sangi beschreibt L. Hoeke, Verslag omtrent eene Reis naar de Vulk. Awoe op het eil. Groot-Sangi; Natuurk. Tijdschr. v. Nederl. Indie, Batavia, 1893, LIII, p. 162—171.

[129] P. u. F. Sarasin, Reiseberichte aus Celebes, I; Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1894, XXIX. S. 351—401, Karte; insb. S. 361, 400. Die Beschreibung einiger der Vulcane der Minahassa auch bei W. Kükenthal, Ergebn. einer zool. Forschungsreise in den Molukken u. Borneo; Abhandl. Senckenberg. Naturf.-Ges. Frankfurt a. M., 1896, XXII, S. 235 u. folg. H. Bücking gibt ein geol. Kärtchen von Nord-Celebes in Beitr. z. Geol. von Celebes; Peterm. Mitth. 1899, S. 249—260, 273—280, Taf. XVI. A. Wichmann, Die Binnen-See'n von Celebes; Peterm. Mitth. 1893, XXXIX, S. 227—231, Karte; F. Rinne, Skizzen zur Geol. d. Minahassa in N.-Celebes; Zeitschr. d. geol. Ges. 1900, LII, S. 327—347, Karte.

[130] P. u. F. Sarasin, Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1895, XXX, S. 350, 352. Cap Api heisst auch das Feuer-Cap, verdankt aber seinen Namen dem Umstande, dass an der Küste brennbare Gase aufsteigen sollen.

[131] Am ang. O. S. 376, 392, 393. Bücking bezweifelt das Auftreten von Gneiss.

[132] C. J. van Schelle, Opmerk ov. de Geologie van een gedeelt. d. Afdeelt. Gorontalo: Jaarb. f. Mijnwez. 1889, XVIII, S. 115—158, Karten; G. W. W. C. Baron van Hoëvell, De Assistent-Residentie Gorontalo; Tijdschr. K. Nederl. Aardrijksk. Genootsch. Leiden, 1891, 2. ser., VIII, p. 26—43, Karte; dess. Bijschrift bij de Kaart der Tomini-Bocht; ebendas. 1893, 2. ser., X, p. 64—72, Karte; Wichmann, Peterm. Mitth. 1893, S. 255—258, Karte d. See's von Limbotto.

[133] Die rothen Thonschiefer werden von den Brüdern Sarasin aus der 1137 M. hohen Oleïden-Kette erwähnt. P. u. F. Sarasin, Reiseber. aus Celebes, II; Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1895, XXX, S. 226—235, Karte.

[134] A. Wichmann, Tijdschr. Aardrijksk. Gen. Amsterdam, 1890, 2. ser., VII, S. 985—993, Karte.

[135] Reiseber. III, Zeitschr. Ges. Erdk. Berl., 1895, XXX, S. 311—352, u. dies., Durchquerung von SO.-Celebes; ebendas. 1896, XXXI, S. 339—357, Karten.

[136] P. u. F. Sarasin, Reiseber. aus Celebes. IV, Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1896, XXXI, S. 11, Karte.

[137] A. Wichmann, Celebes; Tijdschr. Aardrijksk. Gen. Amsterdam, 1890, 2. ser., VII, p. 921—982, Karten; ders. in Peterm. Mitth. 1893, S. 278—282; ders. Leucit-Gestein v. Celebes; Natuurk. Tijdschr. voor Ned. India, Batavia, 1893, LIII, p. 317—331, auch J. W. Retgers in Jaarb. v. d. Mijnwez. 1895, XXIV, p. 124 u. folg.

[138] A. Wichmann, Zur Geol. der Insel Saleyer; Natuurk. Tijdschr. Batavia 1895, LIV, S. 236—268, Karte.

[139] Verbeek u. Fennema, Java, II, p. 994.

[140] C. F. H. Campen, Het Eiland Halmahera: Tijdschr. v. ind. Taal-Land-en Volkenkunde, Batavia, 1883, XXVIII, p. 240—313. insb. p. 247. Die Schreibweise Halmaheira ist nach Campen, p. 240, irrig. Kükenthal, Ergebn., insb. S. 85 u. folg.; Karten v. Halmahera u. von Batjan mit Kasiroeta: Retgers, Mikroskop. Onderz. v. Gesteent.; Jaarb. v. d. Mijnwez. 1895, XXIV, S. 107—124.

[141] Verbeek, Vorl. Verslag, p. 23 u. folg.

[142] Ueber dieses Gebiet auch: A. Wichmann, Der Ausbruch des Vulcans ‚Tolo' auf Halmaheira; Zeitschr. d. geol. Ges. 1897, XLIX, S. 152—159.

[143] Verbeek, Vorl. Versl. p. 33, Note.

[144] Linck war geneigt, den Serpentin von Ost-Halmahera als ein verändertes andesitisches Gestein, vielleicht vom Typus der Hypersthen-Andesite anzusehen u. den vulcanischen Vorkommnissen des Nordens im Alter gleichzustellen; Kükenthal, am ang. O. S. 88.

[145] Rockhill, Diary, p. 193, 204, 209, 330.

SIEBENTER ABSCHNITT.

Der Jarkend-Bogen, Iran und Turan.

Der Jarkend-Bogen oder W.-Kuen-lun. — Himálaya. — Saféd-kóh. — Sewestán. — Iran. — Hindu-kush. — Turan. — Amu-darja. — Syr-darja. — Das heutige Asien.

Der Jarkend-Bogen oder West-Kuen-lun (I, 565). Die Altaiden, hier Bei-shan und Tian-shan, bleiben dem Jarkend-Bogen gegenüber ganz selbständig. Sie stellen die Sehne dieses Bogens dar. Man sieht in der westlichen Gobi nichts, was sich den abgetragenen Bogen der östlichen Gobi oder den Bogenstücken von Ala-shan vergleichen liesse. Die wenigen Höhen von gypsreichen Gobi-Ablagerungen, wie Masar-tag, sind vielmehr Zeugen zu vergleichen und die eocänen Rücken in der Gegend von Sánju und von Jangi-Hissar stehen ausser Verbindung mit dem Aufbaue des grossen Bogens.

Durch die Arbeiten von Piewtzow und Bogdanowitsch haben unsere Kenntnisse von dem Baue dieses Bogens eine völlige Umgestaltung erfahren.[1] Sein nordwestliches Stück ist das Kashgar'sche Gebirge; W. von diesem erhebt sich der hohe Mustag-ata. An das Kashgar'sche Gebirge schliesst sich gegen S. eine Kette, welcher insbesondere der Name westlicher Kuen-lun gegeben wird; sie endet am Flusse Jurun-kash. Hier beginnt das Keria-Gebirge und im 36° n. Br. erreicht dieses den südlichsten Theil des Bogens; von hier wendet sich die allgemeine Richtung gegen ONO. Vom Keria-darja an heisst es das Russische

Gebirge oder Akkar-tschekyl-tag; dieses besteht aus zwei Parallelketten, Astyn-tag und Usiu-tag, getrennt durch ein tiefes Längenthal. Jenseits des Kara-muren schliesst sich an diese Tokusdawan; in seiner weiteren Fortsetzung treten die weit gegen ONO. ausstreichenden Kulissen des Altyn-tag und Anembarula hervor, wie wir sahen, stückweise schaarend mit den Enden der Ketten des Nan-shan. Innerhalb dieser, d. i. gegen NW. von denselben, liegt der oftgenannte Gneisszug San-sjan-tsy; gleichfalls innerhalb des Bogens liegt, SO. von Chotan, die kurze Kette Tekelik-tag.

Ueber Gneiss und krystallinischem Schiefer traf Bogdanowitsch in diesen Gebirgen eine mächtige, nicht selten stark veränderte Schichtfolge von Conglomerat, Quarzit, Thonschiefer und grünem Schiefer, auch Diabas. Hieher gehören ohne Zweifel die von Stoliczka öfters erwähnten chloritischen Schiefer. Am S.-Abhange von Kyzyl-unguinen-tiure, dann weiter im Osten in Höhen von 16—18.000 Fuss wurde schwarzer Korallenkalkstein gefunden. Frech hat sein mitteldevonisches Alter festgestellt. Die ganze Schichtfolge von dem krystallinischen Schiefer aufwärts wird zum Devon gezählt.[2] Sie bildet eine breite Zone und innerhalb derselben traf Stoliczka SW. von Sánju einige nicht sichere Spuren von Unter-Carbon.[3] Das Mittel-Carbon bildet einen langen Gürtel von lichtem Kalkstein im Norden des Gebirges. Am Südabhange des Tekelik-tag wurden Fusulinenkalke mit Spirif. Mosquensis, Productus semireticulatus u. And. gesammelt.

Am Flusse Gussass (l. Zufluss des Tiznab, welcher zwischen Kargalyk und Jarkend endet) fand Bogdanowitsch einen dunklen brachiopodenreichen Kalkstein in übergreifender Lagerung. Diener hat das Auftreten des Prod. cancriniformis nachgewiesen und hiedurch die Gleichaltrigkeit dieses Kalksteins mit den gleichfalls discordant gelagerten Productus-Shales von Kumaon und Gurhwal wahrscheinlich gemacht.[4]

Bogdanowitsch unterscheidet auf Grund dieser Vorkommnisse zwei Phasen der Transgression. Die erste ist die Kuenlun'sche Transgression. Eine Abrasion scheint ihr vorhergegangen zu sein. Sie beginnt mit grobklastischen Sedimenten;

ihre ersten fossilführenden Schichten sind die mitteldevonischen Korallenkalke. Die zweite fällt mit den Schichten von Gussass zusammen und wird die tibetanische Transgression genannt. Mächtiger kalkiger Sandstein in der Mitte des Gebirgsbogens scheint der Vertreter dieser Schichten zu sein.[5] Am Tekelik-tag liegt die Stufe des Spirif. Mosquensis ganz nahe über Gneiss.

Zum Verständnisse des Baues des Jarkend-Bogens liegen drei Querprofile von Stoliczka und acht mehr oder minder vollständige Durchquerungen von Bogdanowitsch vor.

Nähert man sich von Chotan her dem inneren Bogen des Gebirges, so trifft man nach Uebersteigung der (vielleicht eocänen) Vorhügel sofort in der eben genannten Vorkette Tekelik-tag auf Gneiss. Jenseits der Höhe folgt etwas Granit, dann eine

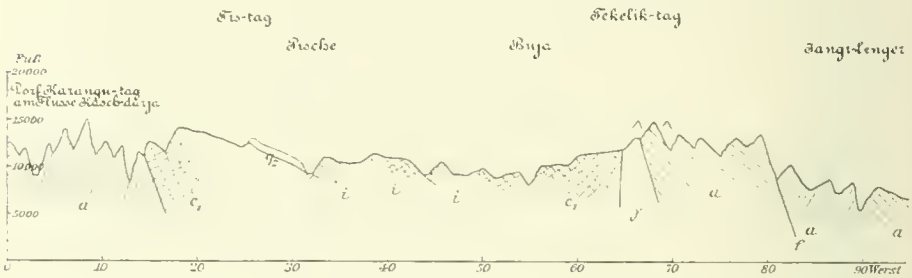


Fig. 14. Profil durch den Tis-tag und Tekelik-tag (nach Bogdanowitsch).

a, *a* Gneiss u. krystallinische Schiefer; c_1 Carbon mit Spirif. Mosquensis; *i*, *i* pflanzenführende Schichten; γ Granit; q_2 Schutt und Gerölle; *f*, *f* Verwerfungen.

etwa 50 Werst breite eingesenkte oder discordant eingelagerte Mulde von hellem carbonischem Kalk, begleitet von Angara-Schichten. S. von dieser Mulde, in der zweiten Vorkette Karangu-tag tritt wieder der Gneiss hervor.[6]

Diese und die Kette San-sjan-tsy sind merkwürdiger Weise die einzigen Stellen, an welchen bisher am Innenrande des Bogens Gneiss getroffen worden ist. Eine Vorlage von lichtem Kohlenkalk ist aber allerdings gegen West am Fusse des Hochgebirges oder in den Vorketten S. von Sánju, dann SW. von Kárghalyk und WSW. von Akka-aryk bei Jarkend, also ziemlich an dem ganzen westlichen Theile des Bogens, vorhanden.

Hierauf folgt der grosse Zug devonischer Gesteine. Er bildet das Kashgar'sche Gebirge bis an den Mustag-ata, den

westlichen Kuen-lun (im Sinne von Bogdanowitsch), Keria und die ganze Russische Kette bis an die im Süden vorliegenden weniger hohen Kalkgebirge von Nord-Tibet, und noch viele Theile der östlicheren Ketten, daher fast den ganzen Bogen. Innerhalb dieser devonischen Zone treten mächtige Granit-Stöcke hervor. Sie bilden viele der 6000 M. erreichenden oder übersteigenden Gipfel, so auf der Linie von Kárghalyk gegen den Mustag bei dem Uebergang Tachta-korum und in der Russischen Kette. Diesen gewaltigen Granitstöcken kommt offenbar dieselbe Stellung im Gefüge des Gebirges zu, wie jenen von Cornwall oder des Harzes, welche so oft aus dem Devon sich erheben. Das Jarkend-Gebirge zeigt ähnliche Granit-Vorkommnisse auch in Gneiss, aber nicht in der Zone des Carbon.

Südlich und westlich von der devonischen Zone herrschen abweichende Verhältnisse. Die Russische Kette bricht gegen Süden sowohl gegen den See Dasch-kul (Usiu-tag) als gegen den See Shor-kul (Astyn-tag) in furchtbar schroffen Wänden ab und S. von diesen breitet sich das gefaltete Kalkgebirge des NW. Tibet aus. Gegen W. liegt diese Grenze des devonischen Schiefergebirges gegen das Kalkgebirge bei Dong-lung am obern Karakash (in Lingtsi-thang) und bei Ak-tag an der Strasse nach dem Passe Kara-korum (36° n. Br., 78° 10′ ö. L.). In diesem südlichen Kalkgebirge sind permische Ammoniten, marine Trias und mariner mittlerer Jura bekannt.[7]

Weiter gegen Nordwest ist es anders. Diese Kalkzone verschwindet, und die devonischen Sedimente mit den Granitstöcken treten an eine grosse westliche Gneisszone heran.

Dieses ist schon am oberen Jarkend-darja der Fall. Im S. Theile des Kashgar'schen Gebirges wird der Gneiss etwa 30 Werst O. vom Thale Tagharma erreicht; der Uebergang Kok-mainak liegt in einem Granitstock, welcher von Gneiss umgeben ist. SW. von Jangi-Hissar endlich stossen die devonischen Sedimente in bedeutender Seehöhe unmittelbar an die riesigen Gneiss-Gipfel des Mustag-ata, und das von Bogdanowitsch veröffentlichte Profil zeigt an der Stelle des Zusammentreffens eine nach Ost überlegte Falte im Devon.

‚Die Granite von Bolun und Tachta-korum,' sagt Bogdanowitsch, ‚erstrecken sich in die Granite von Kusserab, d. h. überhaupt des östlichen Abhanges der Gebirge von Kashgar. Die Gneisse des Mustag-ata können aller Wahrscheinlichkeit nach mit den Gneissen des Central-Massifs der Kette Mustag in Verbindung gebracht werden.'[8]

Diese Thatsachen lassen Folgendes erkennen: Die Darstellung, welche an früherer Stelle (I, 565—569) gegeben wurde, ist insoferne bestätigt, als die Umbeugung des W.-Kuen-lun festgestellt wurde. Die aus der Identität der Gesteine bei Sánju und Kárghalyk gezogenen Schlüsse sind bekräftigt. Der syenitische Gneiss des Jangi-Passes ist zu den devonischen Syenit- und Granitstöcken zu rechnen. Dagegen hat Stoliczka sich getäuscht, als er (II, 568) glaubte, dass der Triaskalk von Ak-tash im Pámir sich gegen SO. bis in das petrefactenreiche Kalkgebirge des Kara-korum-Gebietes fortsetzt. Es zeigt sich vielmehr, dass die Gneiss-Massen, welche Stoliczka zwischen Balgun, Tash-kurgan und Kanshubar (O. von Ak-tash) kreuzte, sich nicht nur gegen Nord in den Mustag-ata, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach auch gegen Süd durch den Tagdumbash-Zug zu den Hochgebirgen des Mustag fortsetzen. ‚Von Tagdumbash,' sagt Iwanow, wächst das Gebirge schnell in die Höhe und fliesst zusammen mit den über die Wolken ragenden Spitzen von Kara-korum-Mustag, welche über 20.000 Fuss hoch sind.'[9]

Hiemit wird ein Bild geschaffen, welches von früheren Vorstellungen noch mehr abweicht. Mustag-ata wird zu einem Theile der Gneisskette von Baltistán, welche durch k (8610 M., jetzt M. Godwin-Austin) gegen SO. zum See Pangong streicht.[10]

Manche lehrreiche Einzelheiten über den Bau des Mustag-ata sind durch Sven Hedin bekannt geworden.[11] Der mächtige Gebirgsstock endet nicht am Ges, ist aber jenseits desselben mehr gegen NNW. gerichtet. Seit langem weiss man, dass der Pámir aus einem schmalen, östlichen, meridionalen Theile und einem breiten, mittleren und westlichen, OW. verlaufenden Theile besteht. Die Aehnlichkeit dieser Scheidung mit der Schaarung

am Jhelum wurde auch bereits dargestellt (I, 576). Die gewaltige Kette von Baltistán wendet sich völlig gegen Nord, bis N. von 39° und wird entscheidend für den Lauf der von Nord her kommenden und nun an der Westseite dieser Kette weiter sich fortbauenden Altaiden, gerade so wie die Ketten des Nan-shan nun an der Ostseite des anderen Endes des Jarkend-Bogens sich weiter zu entwickeln im Stande sind.

So hemmt der Jarkend-Bogen im Osten und im Westen die langen vom Altai herabkommenden Erdwellen. Er ist auf seiner ganzen Länge schmal, durch das Herantreten der westlichen Ausläufer des mittleren Kuen-lun (Akka-tag u. And.), so wie durch das z. Th. mesozoische Gebirge in seinem Süden abgetrennt von dem Bogen des Himálaya, demselben aber verbunden durch das Einschwenken der Hauptkette von Baltistán aus Nordwest gegen Nord.

Auf den nördlichen Abhängen seiner südlichen Theile liegen Schollen der pflanzenführenden Angara-Schichten, welche in Sibirien so ausserordentliche Verbreitung besitzen. Hier enden sie. Südlich vom devonischen und granitischen Zuge des Russischen Gebirges, aber noch im Norden des Gneisszuges von Baltistán tritt an ihre Stelle die mannigfaltige Reihe mesozoischer Meeresablagerungen.

Hier beginnt das Gebiet der Tethys. Aber wir kennen nur die Grenzen der Sedimente und auch diese nur auf Grund der heute zur Verfügung stehenden Erfahrungen, welche vielleicht morgen durch glückliche Funde abgeändert werden. Diese Grenzen der Sedimente dürfen keineswegs sofort als die einstigen Grenzen der Meere bezeichnet werden. Die pflanzenführenden Schichten der Nordseite des Jarkend-Bogens haben posthume Dislocationen erlitten, und die mesozoischen Sedimente des Südens sind den gewaltigsten Faltungen ausgesetzt gewesen. Unter den Gletschern der Ketten von Baltistán selbst läuft in grosser Höhe eine Zone von verändertem Kalkstein weithin durch den Gneiss, in welchem sie eine Synclinale oder einen nach SW. sich öffnenden Keil zu bilden scheint (I. 564). So weit ich mesozoische Vorkommnisse aus dieser Gegend kenne, zeigen sie nirgends klastische

oder litorale Kennzeichen; sie bestehen zumeist aus mehr oder minder reinem Kalkstein.

Die dynamischen Erscheinungen sind von solcher Bedeutung gewesen, dass die alten und an sich gewiss oft veränderten Umrisse des mesozoischen Meeres verschwunden sind. Wir müssen uns vorläufig mit den allgemeinen Erfahrungen begnügen, dass auf dem Baikal-Horst nicht einmal cambrische Sedimente sicher erwiesen sind, dass von da gegen Süd palaeozoische Sedimente und über ihnen die pflanzenführenden Angara-Schichten vorkommen und dass ferner vom Südrande des Jarkend-Bogens an die letzteren verschwinden und die mesozoischen Meeresablagerungen erscheinen.

Die östlichen Theile des Jarkend-Bogens sind bereits im Zusammenhange mit dem westlichen Nan-shan besprochen worden.

Der Himálaya ist in seinem westlichen Theile eine Reihe von mächtigen Gebirgsketten, welche, hintereinanderfolgend, in ihrer ganzen Breite, von den Alluvien im Süden bis an den Mustag, in der Richtung gegen SW. gefaltet und überfaltet sind (I, 559).

Die wichtigsten Glieder, welche hier angeführt wurden, sind: 1. Die tertiären Vorberge; 2. Pir Panjál und Dhauladhár, aus Schiefer und Granit bestehend; 3. die oberpalaeozoische und mesozoische Mulde von Kashmir; 4. die Gneisszone von Zanskár; 5. die palaeozoische und mesozoische Zone von Spiti u. s. w.; 6. die eocäne und basaltische Zone am oberen Indus; 7. die syenitische und Gneisszone von Ladakh; 8. die Reste einer eingeklemmten oberpalaeozoischen und mesozoischen Zone in Bráldu und in Baltistán; 9. die Gneisszone des Mustag und von Baltistán.

Alle genaueren Kenner dieses Hochgebirges stimmen darin überein, dass es durch eine Reihe aufeinanderfolgender tektonischer Vorgänge erzeugt worden ist, welche zum Theile ein hohes Alter haben. Diese Vorgänge reichen aber bis in die jüngere Tertiärzeit, vielleicht bis in die Gegenwart herauf, und sind stets nach demselben Plane erfolgt.

Die eingehende Darstellung der hier mit 5. bezeichneten und streckenweise von 6. nicht scharf abgetrennten Zone an der Nordseite der höchsten Gneisskette, welche Griesbach für das

Gebiet zwischen dem Spiti-Thale und der Grenze von Nepal geliefert hat, bestätigt dieses Ergebniss und lässt, im Zusammenhange mit den Arbeiten der Fachgenossen in Indien, eine Anzahl dieser Vorgänge genauer erkennen.[12]

Im Himálaya, aber auch in Afghanistán und bis in das nördliche Persien gewahrt Griesbach gegen den Schluss der Carbonzeit die Anzeichen grosser physischer Veränderungen.

Man bemerkt in Spiti, Painkhánda und Johár eine beträchtliche Discordanz an der Basis der durch ihre schwarze Farbe auffallenden permischen Productus-Shales. Diese Discordanz, welche, wie bereits gesagt worden ist, wahrscheinlich mit der tibetanischen Transgression des Jarkend-Bogens übereinstimmt, kannte bereits Stoliczka; mit dieser beginnt Lydekker's ‚Zanskár-System.'

Aus späteren Vorgängen heben wir nur die Thatsache hervor, dass am oberen Indus das eocäne Meer ein Ufer an der Südseite der Kette von Ladakh (Zone 7) besass (I, 563), und die Vorkommnisse scheinen dahin zu deuten, als seien hier in posteocäner Zeit bei der allgemeinen Bewegung aus NO. die Kulissen einander genähert worden. Vielleicht war hier im Eocän eine mit Vulcanen besetzte Disjunctiv-Linie vorhanden.

Endlich zeigt die Ueberstürzung der Sewaliks (Zone 1) die Ausdauer dieser Bewegungen an. —

Die ausserordentliche Breite, in welcher hier die gleichsinnige Bewegung gegen SW. sich äussert, liess tangentiale Dislocationen von ähnlicher Bedeutung wie in den Schweizer Alpen vermuthen, und neuere Beobachtungen haben solche in der That zur Kenntniss gebracht. Diese Vorkommnisse liegen in der Zone 5 an der Grenze zwischen Kumaon und Tibet, und wir besitzen über dieselben Berichte von zwei ausgezeichneten Beobachtern, Griesbach und Diener, welche in allem Thatsächlichen völlig übereinstimmen.[13]

In diesem Gebiete ist die palaeozoische Schichtreihe bis zu dem weissen carbonischen Quarzit sichtbar. Ueber diesem Quarzit liegen die schwarzen Productus-Shales, die lange und reich gegliederte Reihe von durchwegs schwarz oder dunkelgrau gefärbten Trias-Ablagerungen, der grauweisse oder weisse

Dachsteinkalk, die mächtigen zum mittleren und oberen Jura und z. Th. zu Berrias gehörigen schwarzen Spiti-Shales, endlich der flyschähnliche Gieumal-Sandstein. Die beiden letzteren Glieder bilden die Hochflächen von Chaldu und Kiogarh in Höhen von 17.000 bis 19.000 Fuss.

Diese ganze Serie ist, wenigstens von der Discordanz über dem carbonischen Quarzit aufwärts, concordant gelagert. Ihr sind Schollen einer zweiten Serie aufgesetzt, von welchen mehrere als die völlig vereinzelten und zerrissenen Krönungen hoher Gipfel auftreten.

Diese zweite, auflagernde Serie ist von der normalen Serie von Spiti verschieden. Ihr ältestes bisher bekanntes Glied ist ein weisser Kalkstein, reich an Camarophorien, Loftusien, und anderen bezeichnenden permischen Fossilien; er ist in der unterliegenden Serie ganz unbekannt. Ihm folgt eine durch Diener in zwei, seither durch Krafft in mehr Gliedern bekannt gewordene Entwickelung der marinen Trias. Die Zone des Ceratites subrobustus (Basis der Lagen mit Spirif. Stracheyi bei Krafft), ist in den auflagernden Schollen als rother Marmor, in der normalen Serie von Spiti als ein schwarzer, zäher Kalkstein vorhanden.[17] Hierauf folgt lichter Kalkstein, übereinstimmend mit dem Dachsteinkalk der tieferen Serie. Endlich hat Krafft, wie mir Hr. Griesbach freundlichst mittheilt, in diesen Schollen Lias mit Arieten gefunden, welcher bisher in der unteren Serie noch nicht entdeckt worden ist. Diese Schollen sind von Diabas-Porphyrit begleitet, welcher auch in Gängen in den unterliegenden Spiti-Shales und Gieumal-Sandstein zu sehen ist.

Die Verbreitung dieser Schollen ist unabhängig von den Falten der Unterlage (Fig. 15) und obwohl die Schiefer unter ihnen stark zerknittert sind, zeigt dennoch die genau untersuchte Scholle Chitichun I Zeichen von flacher Lagerung. Viele Sprünge und Harnische durchsetzen die Schollen, aber die Versteinerungen sind nicht durch Druck verzerrt.

Im Allgemeinen liegen diese Schollen in einem weiten Bogen, von Chitichun I gegen den Kungri-bingri, auf dessen Gipfel (5843 M.) Diener noch einen Block des weissen permischen Kalksteins antraf.

Der maassgebendste Umstand bei Beurtheilung dieser Vorkommnisse ist die Verschiedenheit der oberen Serie von der unteren. Das Verhältniss erinnert an die Verschiedenheit der Facies des ‚Briançonnais' in den Deckschollen der Westalpen von der unterliegenden helvetischen Facies. Diener konnte, dank der genaueren Gliederung der Triasablagerungen, welche die letzten Jahre uns gebracht haben, aus den Fossilien der Ostseite von Chitichun I voraus bestimmen, in welchem Horizonte

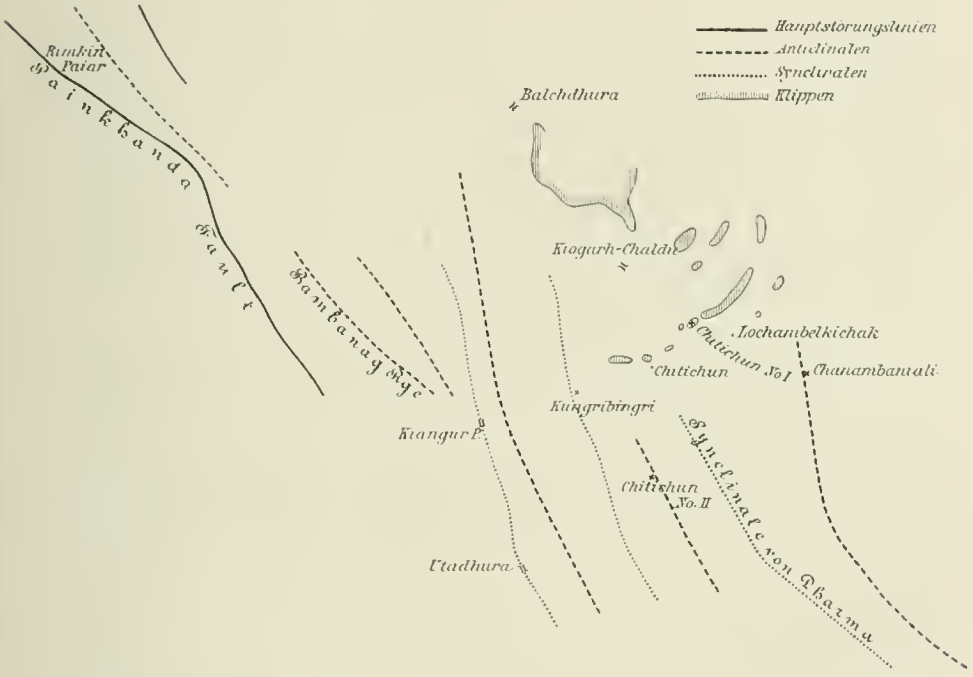


Fig. 15. Die Deckschollen (Klippen) von Chitichun und Balchdhura im südlichen Hundes (nach Diener).

Die tibetanische Grenze zieht über die Pässe Utadhura (5361 M.) und Kiogarh-Chaldu (5315 M.). Weiter gegen NO. liegt der See Manasarowar.

von Spiti diese Fossilien zu suchen seien, und Krafft fand sie ebendort, doch in einem anderen Gestein. Dieser Umstand allein beweist, dass die obere Serie unter anderen physikalischen Verhältnissen und in weiter Entfernung von der unteren Serie gebildet sein muss, und dass diese Schollen weder heraufragende Anticlinalen, noch durch Dislocation aus der Tiefe vertical heraufgetragen, noch durch das begleitende Eruptivgestein heraufgeschleppt sein können, und macht, wie bei den Deckschollen

der Schweiz, die Annahme des Herbeitragens aus grösserer Ferne unabweisbar.

Aus dem Süden stammen diese Schollen nicht; die allgemeine Bewegung des Gebirges von NO. gegen SW. spricht dagegen. Im Norden liegt aber zuerst 6. die eocäne Zone, dann 7. die mächtige Gneiss- und Syenit-Zone von Ladakh und dann erst folgen die muthmaasslichen Fortsetzungen der eingeklemmten mesozoischen Lappen von Bráldu, welche, dem Streichen zu Folge, etwa die keilförmigen Wurzeln dieser Deckschollen enthalten könnten. Man kennt aber nirgends in der Trias dieser Gegenden, sei es in der normalen Serie von Spiti, sei es in den genannten Deckschollen von Hundes, sei es in den nördlichen eingeklemmten Streifen von Bráldu und Baltistán, irgend eine Andeutung litoraler Bildung. Es muss angenommen werden, dass die Sedimente der Trias sich einst über die ganze Zone von Ladakh erstreckt haben, mit ihr, wie in den Westalpen, in Falten gelegt und später abgetragen worden sind.

Die Eruptivgesteine können nur als eine secundäre Neben- oder Folge-Erscheinung angesehen werden.

Solche Anzeichen grösster tangentialer Bewegung lassen vermuthen, dass manche bisher räthselhafte Erscheinungen im Himálaya sich als Deckschollen erweisen werden. Hiemit soll nicht nur das ganz vereinzelte Erscheinen einer Scholle von schwarzem Kalkstein mit Nummulina Ramondi über palaeozoischem Quarzit auf dem Gipfel z_4 (5638 M.) in der Nähe des Passes Singhe Lá gemeint sein,[15] sondern auch eine Reihe von südlicheren Vorkommnissen. Insbesondere gilt diess von der aus Gneiss-Granit bestehenden Masse des Kalogarhi in British Garhwal, östlich vom Austritte des Ganges aus dem Gebirge. Die genauen Beschreibungen von Middlemiss und das Erstaunen, welches diesen gewissenhaften Beobachter ergriff, als er sah, dass unter diese Masse rings die jüngeren Sedimente sich hinabneigen, lassen vermuthen, dass Middlemiss zu einer anderen Erklärung gelangt wäre, oder vielmehr bei seinen ersten Eindrücken verharrt wäre, wenn damals die Deckschollen von Chitichun oder jene Thatsachen bekannt gewesen wären, welche seither in den

BRUCHSTÜCKE VON LEITLINIEN ZWISCHEN DEM KABUL-FLUSSE UND DEM FLUSSE JHELUM.

Nach Griesbach, Middlemiss, Hayden, Wynne u. And.

zu S. 355.

Schweizer Alpen zwischen Aare und Arve hervorgetreten sind. Die Serie, welche die Masse des Kalogarhi unterteuft, umfasst mesozoische Sedimente und nummulitenführende Schichten; sie bildet eine weite Synclinale; der Gneiss-Granit lagert ohne jeden Uebergang auf dem Eocän.[16]

Auf Grund der heutigen Erfahrungen ist zu vermuthen, dass am Südrande des Himálaya einzelne sehr grosse Schollen krystallinischer Felsarten über das Eocän hinausgetragen worden sind.

Siah-kóh und Saféd-kóh. Im J. 1892 hat Griesbach gezeigt, dass der Saféd-kóh, ein hoher Gebirgszug, welcher beiläufig in 34° n. Br. S. vom Kabul-Flusse sich von West gegen Ost erstreckt, als ein selbständiges tektonisches Element aufzufassen ist, welches zwischen Hindu-kush und der Salzkette liegt.[17] Die älteren Arbeiten von Waagen und Wynne liessen Griesbach vermuthen, dass der Saféd-kóh, obwohl durch Niederungen getrennt, seine tektonische Fortsetzung in den bogenförmig gekrümmten Gebirgstheilen von Hazára finde, welche von Westen her an die Schaarung am Jhelum herantreten. Die seither von Middlemiss in Hazára ausgeführten Arbeiten haben diese Vermuthung bestätigt.[18]

Wir befinden uns zwischen dem Passe Shutargardan im Westen und Muzaffirabad im Osten vor einem Gebirgsbogen, welcher seiner äusseren Gestalt nach in mehrere Theile geschieden ist, die einen gemeinsamen Namen noch nicht besitzen.

Im Osten streichen die Berge von Hazára von der Schaarung weg gegen SSW., dann gegen SW. und verschwinden hierauf unter dem Schwemmlande von Haripur. Alle diese Berge sind in der Richtung gegen OSO. oder SO., nämlich gegen die Axe der Schaarung, gefaltet oder überfaltet. Es wurde bereits gesagt, dass eine lange und grosse Dislocation dem allgemeinen Streichen folgt, dann gegen Westen bogenförmig in die Richtung OW. übergeht und sich noch über den Indus bis über Kohát verfolgen lässt. An dieser Linie sind ältere Sedimente gegen Aussen über das mitteltertiäre Gebiet von Ráwalpindi hinübergeschoben (I, 570). Diese Dislocationslinie ist aber nicht vereinzelt. Middlemiss fand, dass das Gebirge von Hazára aus vier

Zonen oder ‚Blöcken' besteht, welche durch ähnliche Linien (Wechselflächen) scharf von einander getrennt sind.

Die erste, innerste nordwestliche Gebirgszone umfasst die ältesten Felsarten, Gneiss und alte, zum Theil hoch veränderte Schiefer. Die zweite Zone bilden alte Schiefer, die mesozoischen Sedimente und die tieferen Theile der Nummuliten-Schichten. Die dritte Zone beginnt mit Trias und reicht durch die sehr mächtige nummulitenführende Reihe bis zu der Kuldana-Series, welche das Eocän abschliesst. Nun folgt die oben erwähnte Linie N. von Ráwalpindi. Die vierte Zone beginnt mit den oberen Gliedern der nummulitenführenden Reihe und besteht zur Hauptsache aus miocänen Sedimenten.

Diese Aufeinanderfolge von Zonen, welche mit immer jüngeren Sedimenten beginnen, und ihre scharfe Trennung durch lange streichende Wechselflächen verräth eine bemerkenswerthe Aehnlichkeit des Baues von Hazára mit jenem der nordöstlichen Alpen.

Die Darstellungen, welche Griesbach von der Gegend zwischen Peshawar und dem Logar-Thale gegeben hat, so wie ältere Angaben und die letzten Beobachtungen von Hayden in den Bergen von Khaibar und S. davon gestatten, die folgenden wesentlichen Merkmale zu erkennen.[19]

Ein Hauptzug von Gneiss, Glimmerschiefer und anderen alten Felsarten, streicht aus Kunar und wahrscheinlich noch viel weiter aus Osten her gegen West über den Unterlauf des Kunar-Flusses, kreuzt den Kabul-Fluss unweit von Jalalabad und setzt sich noch weiter in der Richtung auf Khurd-kabul fort. Zwischen den beiden letzten Orten heisst er Siah-kóh und bildet die Wasserscheide zwischen den Flüssen Kabul und Surkhab. Er dürfte sich aber noch weiter gegen SW. gegen das Logar-Thal fortsetzen. In diesem Zuge ist das Fallen gegen N., in dem Gneiss zwischen Khurd-kabul und dem Logar-Thale gegen NW. gerichtet. Der ganze Zug ist nämlich gegen Aussen, d. i. gegen S. u. SO., überstürzt, so wie auch alle weiter zu erwähnenden Theile des Saféd-kóh.

Dem Siah-Kóh folgt gegen Süd eine Zone von Sedimenten, welche wahrscheinlich carbonischen Alters sind. Im Osten, in

Khaibar, treten dazu permische Schichten und wohl die ganze mesozoische Serie insbesondere auch Kalksteine mit Dicerocardium und Lithodendron. Im Westen streicht der Kalkzug aus Kunar quer über den Kabulfluss in das Thal des Surkhab, über den Pass Lataband und wahrscheinlich gleichfalls S. von Khurd-kabul gegen SW. in das Logar-Thal. Er ist von syenitischen und granitischen Massen durchbrochen und stellenweise durch das Vorkommen von Rubinen ausgezeichnet.

Südlich vom Siah-kóh scheint aber dieser Kalkzone noch eine Schieferzone und noch eine weitere Reihe von Kalkbergen zu folgen, bis der Hauptzug des Saféd-kóh erreicht ist. Dieser erhebt sich etwa 15 Kilometer W. von Peshawar aus der Ebene und erreicht weit im Westen, im Sikarám (4816 M.), seinen höchsten Gipfel. Seine Zusammensetzung ist nur sehr unvollkommen bekannt; Gneiss wird nicht angeführt; in den höchsten Theilen scheinen Schiefer, Serpentin und alter Kalkstein grössere Strecken zu bilden.

Eine grosse Dislocation, und zwar wie es scheint eine nach Süd überschobene Wechselfläche, trennt den Hauptzug von einer im Süden folgenden mesozoischen Zone. Im Osten traf Hayden südlich vom Saféd-kóh vier parallele Züge von vorwaltend mesozoischen Ablagerungen, alle gegen Süd überfaltet.[20] Im Westen ist diese mesozoische Zone im Passe Shutargardan bekannt; von hier zieht sie sich gegen SW. über den Pass Kalan (3537 M.) gegen die Landschaft Kharwar und gegen die Stadt Ghazni, welche S. vom obern Logar-Thale liegt. Auch hier im Westen hat Griesbach die Wechselfläche erkannt, welche diese Zone gegen Nord begrenzt. In Urakzai liegt diese Zone in Schuppen. Südlich von dieser Zone wird bei Kohát jene Wechselfläche erreicht, welche im Osten N. von Ráwalpindi am Nordrande des Miocän-Gebietes erwähnt worden ist. Sie wendet sich von Kohát gegen SW. und erreicht Thal am Kuram-Flusse.

Die Lage dieser parallelen Zonen, ihre allgemeine Ueberschiebung gegen Süd, das Vorhandensein langer Wechselflächen zeigen ihre Uebereinstimmung mit Hazára. Auf der andern Seite nähern sie sich den gerade von Süd gegen Nord streichenden

Ketten des Sulimán-Gebirges (I, 551). Aber Griesbach hebt hervor, dass das Sulimán-Gebirge im Waziri-Gebiete sich in Knoten und einzelne Ketten auflöst, welche noch weiter gegen Nord sich allmählich gegen Nordost in die Richtung zu den Urakzai-Bergen (NO. von Thal) wenden. Diese bogenförmige Vereinigung lässt sich auch erkennen in der Ablenkung gegen SW., welche die Dislocations-Linie zwischen Kohát und Thal erleidet und welche sich im Westen in allen Zonen in der Richtung gegen das Logar-Thal oder von Shutargardan gegen Ghazni kundgibt.

Auf Taf. XII sind ausser den genannten Linien die schematischen Linien Waagen's für die Salzkette eingetragen. Sie bleiben ausserhalb aller anderen Linien. Waagen vergleicht die trennenden tertiären Gebiete im Norden der Salzkette mit dem Molassen-Lande der Schweiz und die Salzkette mit dem Jura-Gebirge. Wir haben bereits gesehen, bis zu welchem Grade an dieser Stelle die Nähe des Vorlandes sich bemerkbar macht.[21]

Das Ergebniss dieser mühevollen Arbeiten zwischen dem Kabul-Flusse und dem Jhelum, welche allen Betheiligten so sehr zur Ehre gereichen, ist daher das folgende.

Das ganze Gebirge ist von einer allgemeinen Bewegung beeinflusst, welche in Hazára gegen Ost, bei Jalalabad gegen S., dann SO. und in den Waziri-Bergen gegen O. gerichtet ist. Die in der Schaarung gegen den Himálaya, d. i. gegen den Jhelum hin, dicht aufeinander geschobenen Ketten zwischen Muzaffirabad und Ráwalpindi treten gegen West auseinander. Die erste Gruppe bildet der Siah-kóh mit dem Saféd-kóh und ihre gegen SW. streichenden Fortsetzungen. Die zweite Gruppe zieht über Kushalgar und Kohát und beugt sich in den Urakzai-Bergen und bei Thal scharf um in die meridionalen Züge der Waziri-Berge und der Sulimán-Ketten. Eine dritte Gruppe bilden die Linien der Salzkette, welche durch ihr Zurücktreten gegen Kalabágh in zwei Bogen zertheilt ist. Die letztere ist daher eine Vorlage der iranischen Ketten und kann nicht, wie ich bisher annahm, als eine unregelmässige Vorlage des Hindukush angesehen werden.

Sewestán. Westlich von Thal traf Wynne auf Eruptiv-Gestein. Etwas südlicher, von Bannu aus im Thale des Tóchi gegen Westen reisend, begegnete Smith zuerst steil gegen Ost unter das Schwemmland der Ebene hinabtauchende Sewalik-Conglomerate, welchen regelmässig westwärts die älteren Glieder der Tertiärformation, dann der Kreide folgen.[22] Smith war erstaunt über die Aehnlichkeit des Gebirgsbaues mit jenem der 300 Kilom. weiter gegen Süd liegenden Gebirge im Westen von Déra-Gházi-Khán. Weiter aufwärts im Tóchi-Thale erscheinen Serpentin und Gabbro, dann Trachyt und basaltischer Mandelstein, dem Alter nach anscheinend von der obersten Kreide bis zum Mittel-Eocän reichend. Merkwürdiger Weise scheinen daher eruptive Vorkommnisse vom beiläufigen Alter des Deccan-Trap bis hieher Verbreitung zu finden.

Die Sulimán-Ketten (I, 551), von deren höchsten Theilen La Touche in neuerer Zeit eine Karte geliefert hat,[23] lösen sich hier von dem iranischen Hauptbogen ab und umgürten die Ostseite eines kleineren, ziemlich selbständigen Gebietes, welches als das Gebiet von Sewestán bezeichnet werden kann.

Die Richtung der Sulimán-Ketten, welche am Takt-i-Sulimán streng meridional ist, wendet sich schon bevor sie 30° n. Br. erreichen, gegen SSW., und zwischen 28° und 29° geht der Aussenrand ihrer niedrigeren Fortsetzung in OW. über. Von hier weicht derselbe, von vorspringenden Anticlinalen mehrfach unterbrochen, in einem tief einspringenden Winkel weit gegen NW. zurück und begegnet dort jenen meridional streichenden Ketten, welche Baludshistán vom Indus trennen. Dieser einspringende Winkel ist es, durch welchen die Strasse zum Bolan-Passe und nach Quetta führt.

Innerhalb des auf diese Weise abgegrenzten Raumes vollziehen wiederholte Faltenzüge dieselbe Beugung gegen OW., endlich gegen NNW. und NW., wie diess die geologischen Aufnahmen von Thal-Chotiali deutlich zeigen.[24]

Diese Faltenzüge sind zumeist von einfachem Baue und nur gegen den SO.-Rand des Gebietes scheint Ueberschiebung einzutreten. Wie in den hohen Sulimán-Ketten, bestehen sie

zum grössten Theile aus tertiären und cretacischen Schichten. Das älteste sichtbare Sediment ist ein massiger Kalkstein, in welchem Lala Kishen Sing Ammoniten auffand. Noetling hat das Vorkommen von Macr. macrocephalus und die Uebereinstimmung mit Waagen's Chári Group von Khachh nachgewiesen.[25] Aus Noetling's Untersuchungen ergibt sich ferner, dass über Neocom mit Belemn. latus hier oberstes Senon folgt, im Gegensatze zu der starken Entwicklung mittelcretacischer Ablagerungen in N. Afghanistán.

Aus einem losen Stücke eines Seitenthales des Zhob-Flusses (N. Sewestán) hat Mojsisovics das Vorkommen der alaunischen Stufe der oberen Trias kennen gelehrt.[26]

Afghanistán und Iran. Wir wenden uns zum Bolan-Passe und nach Quetta. Nicht nur die gegen NW. zurückgebeugten Falten von Sewestán und die nach Süd streichenden Falten der südlichen Indus-Ketten treffen in dieser Gegend zusammen. Griesbach's Karte des Gebietes zwischen Sibi und Girishk lässt deutlich erkennen, wie bis über Kandahár und bis an den Helmund Ketten und Bruchstücke von Ketten sich folgen, welche alle parallel gegen SW. streichen.[27] Sie müssen wohl aus dem Raume zwischen dem Saféd-kóh und dem nördlichsten Theile der Sulimán-Ketten herbeiziehen. Sie laufen schräge über den Bogen von Sewestán, grenzen dieses Gebiet gegen NW. ab und langen mit ihrer SW.-Richtung W. von Quetta an. Sie sind auch selbständig von den gegen S. ziehenden Indus-Ketten (Hala, Khirthar und Laki, I, 550). Dabei gehört die erste mächtige Kette NW. von Quetta, Kojak, nicht ihnen, sondern den Indus-Ketten an.

Die Indus-Ketten schliessen sich hier wie ein neues, gegen Süd rasch an Breite zunehmendes Bündel von Falten an. Den höchst lehrreichen Beobachtungen von Vredenburg über die Umrandung der abflusslosen Gebiete ist zu entnehmen, dass die südliche Fortsetzung der Kojak-Kette O. von Nushki liegt. Von diesem Punkte über Kelát bis an die Alluvien des Indus beträgt die Breite des gefalteten Gebietes bereits etwa 150 Kilom. Die Kette, welche von Nushki, SSW. streichend, den SO.-Rand der Ebene von Kharan bildet, erreicht Höhen von über 9000 Fuss.

Während am Bolan-Passe eocäner und cretacischer Kalkstein herrschen, sieht man hier ein eocänes Flysch-Gebirge. Von Nushki an treten seine Ketten mehr und mehr auseinander, wenden sich dabei mehr und mehr gegen SW., W., endlich, den Hamun-i-Mashkel im Süden umgehend, gegen NW. Andere Züge vollziehen in flacherem und unterbrochenem Bogen die Abgrenzung dieses abflusslosen Gebietes gegen das nördlich davon liegende, noch weit grössere abflusslose Gebiet des Goad-i-Zirreh und des Helmund.[28]

Die Ketten sind im allgemeinen sehr regelmässig gebaute, gegen Süd bewegte Falten, zuweilen in Schuppen zerlegt. Aber in einzelnen genauer untersuchten Fällen sah Vredenburg, dass dort, wo im Norden einer Falte eine Depression vorhanden ist, die Richtung der Faltung sich umkehrt und gegen Nord, d. i. gegen die Depression gerichtet ist.

Grosse Intrusionen von Granit und Diorit dringen bis in die jüngsten Theile der Nummuliten-Schichten, aber in den begleitenden Sewalik-Schichten erscheinen ihre Gesteine als Gerölle.

Gleichzeitig mit Vredenburg hat A. H. Mc. Mahon diese Gegenden bereist; die gesammelten Felsarten wurden von C. A. Mc. Mahon und Holland untersucht. Die Intrusiv-Gesteine am W.-Abhange des Kojak-Gebirges sind Biotit-Hornblende-Granitite; sie setzen nach SW. in das Sarlat-Gebirge fort und erscheinen auch in den Höhen zwischen Helmund und Mashkel. Quarz-Diorit und Glimmer-Augit-Diorit gesellen sich dazu und wurden noch an der westlichsten besuchten Stelle (29° 50′ n. Br., 60° 55′ ö. L.) in den gegen NW. streichenden persischen Ketten angetroffen.[29]

Neben diesen älteren eruptiven Felsarten gibt es ganz junge Vorkommnisse.

Das Kojak-Gebirge ist von einem Eisenbahn-Tunnel durchbrochen; an seiner Westseite liegt die Station Sanzal. Am 20. December 1892 trat ein heftiges Erdbeben ein und in der Nähe von Sanzal öffnete sich auf der Linie einer früheren Furche des Bodens, welche einer alten Spalte entsprach, eine neue sehr lange Kluft. Griesbach hat die Störungen beschrieben, welche der Schienenstrang an der Kreuzungsstelle erlitt. Die Kluft

verlief NO.-SW.; die Beamten fanden nach keiner dieser beiden Richtungen das Ende der Spalte.[30]

Nach A. H. Mc. Mahon kreuzt sie schräge und allmählich aufsteigend in 7000 Fuss den Kamm der Hauptkette, erreicht dann ein Thal, durchschneidet schräge die Abhänge mehrerer Ausläufer des Kojak-Gebirges und begleitet den ganzen Fuss des Sarlat-Gebirges bis Nushki. Hier, nach einer Erstreckung von etwa 180 Kilom., war ihr Ende noch nicht bekannt. Sie nimmt öfters das Aussehen eines Eisenbahn-Einschnittes an und wird streckenweise als Verkehrsstrasse benützt. Dies wäre eine wahre, heute gebildete Disjunctiv-Linie.

In der Sarlat-Kette stellen sich W. von der Spalte vulcanische Aschen ein. Hiemit beginnt eine lange Reihe von Vorkommnissen von Aschen und Bimsstein und von vorherrschend andesitischen Laven, welche zeigt, dass die Chagai-Berge zwischen Helmund und Mashkel trotz einzelner älterer Gesteine doch der Hauptsache nach vulcanischen Ursprunges sind.

An diese Beobachtungen schliesst sich in erwünschter Weise die von Blanford gelieferte Darstellung der Gegend zwischen der Küste und Kirmán, welche bereits erwähnt worden ist (I, 549.). Mehrere der parallel gegen NW. abschwenkenden Ketten sind von hohen Vulcanen begleitet. Die Chagai-Berge bilden nur eine innerste Zone, welche OW. streicht; die anderen vulcanischen Gruppen oder Züge liegen innerhalb der NW. verlaufenden Ketten. Ein solcher erster Zug ist jener der hohen Vulcankegel Koh-i-Basman und Koh-i-Naushada. Den letzteren, welcher auch Koh-i-Taftan heisst, hat Sykes bestiegen; er ist etwa 12.800 Fuss, nach Holdich's Karte 13.500 Fuss hoch, und sein Krater war im Jahre 1894 mit heissen Schwefeldämpfen erfüllt.[31] Eine zweite Zone bilden die von Blanford beschriebenen Vorkommnisse zwischen Bampur und Bam; vielleicht gehört hieher auch der 14.500 Fuss hohe Koh Hazar zwischen Bam und Kirmán. Hier berühren wir das Gebiet der ausgedehnten Arbeiten von Stahl und ersehen aus denselben, dass in dem von Kirmán gegen NW. streichenden Gebirge allerdings jüngere Aschen und Laven bisher nicht getroffen wurden, dass sie jedoch in

einer neuerdings weiter gegen West gelegenen Kette, nämlich jener, die W. von Behramabad und W. von Jezd hinläuft, an einer Reihe von Punkten vorhanden sind, auf dieser selben langen Kette sich wiederholen und sogar bis über Kum (35° n. B.) hinausreichen.[32] Auf Stahl's Karten sieht man ferner, dass die langen Kulissen von Kirmán und vom Westrande der grossen Wüste Dasht-i-Lut her schon ganz die NW. Richtung der Zágros-Ketten einhalten. Sie scheinen aber nicht eben so viele regelmässige Sättel zu sein; eine Kulisse zeigt auf lange Strecken nur SW. Fallen, als sei sie eine halbe Anticlinale, eine andere Kulisse hat synclinalen Bau u. s. w.

Die Schichtfolge ist verschieden von jener der äusseren Ketten von Iran. Die mächtigen Kalksteine mit Nummuliten und Alveolinen, welche, dem Hippuriten-Kalke aufgelagert, vom Bolan-Passe an durch die Indus-Ketten herab ziehen, bilden die südlicheren Faltenzüge von Baludshistán und den grössten Theil der Zágros-Ketten bis nach Mesopotamien. In den inneren Ketten ist zwar der Hippuriten-Kalk auch vorhanden, aber unter demselben treten ältere Sedimente in grösserer Ausdehnung hervor. Mehrere Glieder des Jura sind bekannt, und schon in der Nähe von Kirmán, in den Durmanu-Bergen, liegen Flötze mit pflanzenführenden Schichten, begleitet von marinen Lagen mit Goniomya und Pecten. Dieses sind dieselben, bald verschiedenen Stufen des Lias, bald der rhätischen Stufe zugeschriebenen, wahrscheinlich auch nicht durchweg genau demselben Horizonte angehörigen pflanzenführenden Schichten, welche sich von hier über Nord-Persien und den Kaukasus ausbreiten, dann im Balkan, in Serbien, in den Grestener Schichten der Ostalpen, bis über Bayreuth und noch weiter hinaus bekannt sind.[33]

In derselben Kulisse erscheint S. von Abdid (etwa 57° ö. L. und 31° 10′ n. Br.) unter dem Kreidekalke Devon mit Tentaculiten und mit Spirif. Archiaci.[34]

In dieser Breite fehlen aber auch den Zágros-Ketten an ihrer Innenseite palaeozoische Gesteine nicht; dieses ergibt sich aus Rodler's Reisen in Luristán.[35] Sie führen gegen NW. in das grosse Schiefer-Gebiet von Irak; vereinzelte Vorkommnisse

von Granitit treten auf, welche endlich die grössere Granitit-Masse des Elwend bei Hamadan und jene Bezirke erreichen, welche bereits nach den Angaben von Loftus, Tietze und Wähner besprochen worden sind. (I, 631.) Die Beständigkeit des NW. Streichens wird noch weiter durch die Arbeiten von Frech und Arthaber in Armenien bestätigt.[37]

Es wurde gesagt, dass das Kojak-Gebirge, NW. von Quetta, den Indusketten zuzurechnen ist, deren östliche Glieder in meridionaler Richtung den Indus begleiten, während die westlichen Glieder mehr und mehr gegen NW. auseinanderweichend, in weiten Bogen umschwenkend die abflusslosen Gebiete von Mashkel und dem Helmund umgürten und dann gegen NW. weiter ziehen. Diesen NW. Fortsetzungen gehören thatsächlich die Ketten von Kirmán und Jezd und westlich von diesen die Gesammtheit der Zágros-Ketten an, längs des persischen Busens und bis zur armenischen Schaarung. Dabei stellt sich die auffallende Thatsache heraus, dass an der Stelle der stärksten Beugung dieser langen Züge, in Baludshistán und Afghanistán, nur jüngere Sedimente, und erst in den NW. Fortsetzungen, in den Kulissen von Kirmán und Luristán und noch weiter gegen Nordwesten palaeozoische, sowie ältere Gesteine überhaupt bisher bekannt sind. Kurachee (25° n. Br.) in der Nähe der Indus-Mündungen bezeichnet noch nicht die südlichsten Theile der Bogen von Baludshistán; diese sind vom Meere bedeckt. Dennoch liegt dieser Punkt um 8 bis 9 Breitegrade südlicher als die äussere Zone der Schaarung am Jhelum. Um so viel ist daher der iranische Bogen im Vergleiche zum Himálaya gegen Süden vorgetreten. Die äusseren Zonen der armenischen Schaarung, d. i. des Zusammentreffens der iranischen mit den taurischen Zügen, befindet sich in der Gegend von Diarbekr zwischen 37° und 38° n. Br.. und diese gegen NW. streichenden Theile des Bogens ziehen daher noch weiter gegen Norden zurück als die meridionalen Sulimán- und Indus-Ketten gegen Süden vorwärts getreten waren. Die eocänen Bogen von Baludshistán erhalten hierdurch in dem iranischen Aufbaue eine excentrische, südöstliche Lage. In Iran aber gewahrt man, dass sich im äussersten Nordwesten als ein fast

selbständiger Bau ein secundärer Bogen, das Alburs-gebirge am Südrande des kaspischen Meeres, aufrichtet.

Aus den früheren Darstellungen, namentlich jenen von Tietze, war zu entnehmen, dass der Alburs ein nach Süd bewegter Bogen von centralasiatischem Typus ist (I, 631), bestehend aus dicht gedrängten Falten, welche mehrfach von Verwerfungen durchschnitten sind und denen der vulcanische Kegel des Demavend aufgesetzt ist. Die Arbeiten von Stahl geben genauere Kenntniss von Theilen im Westen, der Mitte und dem Osten des Gebirges, während allerdings zwischen diesen drei Strecken zwei noch unbekannte Gebiete zurückbleiben.[37]

Im Westen, wo der Alburs in das Gebirgsland von Ghilan sich fortsetzt, erhebt sich S. von der Mündung Sefid Rud der breite vulcanische Kegel Dulfak; an seiner Südseite, bei Umom, liegen vulcanische Bomben. Gegen Innen folgt gefaltetes Gebirge. An der südlichen Seite des Alburs erscheinen wieder vulcanische Vorkommnisse, welche jünger sind als das gefaltete Gebirge, und die Aufschüttungen ziehen sich gegen das Innere des Alburs zum Demavend. Dabei bleiben in der mittleren Strecke dem Kaspi die nördlichen Flügel der inneren Anticlinalen zugewendet. Im Osten sinkt die Nordseite des Alburs gegen die Ebene des unteren Atrek in zahlreichen Brüchen herab, welche die Falten zerstückelt haben.

Es scheint nicht, dass der Kegel Dulfak im Westen das Ende des gefalteten Gebirges bezeichnet. Die Sättel und Mulden setzen im Gegentheile durch Ghilan und längs der südlichen Seite des Kur-Thales fort, und ihr nördlicher Abhang besteht nach Sjögren[38] und Valentin[39] aus cretacischen Anticlinalen.

Auf diese Art schliesst sich der westliche Theil des Alburs durch seine Richtung enge an die Zágros-Ketten und die anderen iranischen Kulissen an; zu den ersteren bildet auch der NW. streichende Karaghan, aus vulcanischen Felsarten und gefaltetem mediterranem Mitteltertiär bestehend, ein verbindendes Glied. Der östliche Theil des Bogens tritt aber völlig aus dieser Richtung heraus und stellt sich quer über die Wüsten von Chorassan.

Der iranische Bau bietet in Folge dessen gegen Nord zwei Concavitäten; die eine entspricht der Wüste

Registán und dem Flussgebiete des Helmund, die zweite, weit nördlicher gelegen, dem südlichen Theile des Kaspischen Meeres.

Hindu-kush (I, 569, 605). Dieser mächtige Bogen, welcher, vom Pámir ausgehend, seine Kulissen bis an das Kaspische Meer vorschiebt und dort die Verbindung mit dem Kaukasus anzeigt, wurde nach Muschketow's Ansicht von der gleichen Bewegung aufgerichtet, welche die Aeste des Tian-shan erzeugt hat.[40] Alle mir bekannten Umstände sprechen für die Richtigkeit dieser Meinung. Hieraus folgt aber, dass jene grosse Erscheinung, welche wir als die Virgation des Tian-shan zu bezeichnen gewohnt sind, nicht an der Nord-Verlängerung des Mustag-ata endet, sondern in den Pámir eingreift. Wir können sogar erkennen, dass ihr die ganze Mitte und der Westen des Pámir angehören.

Curzon's Karte des Pámir zeichnet den Hindu-kush als selbständige Kette NW. von Chitral bis in die unmittelbare Nähe von Kala-Pandsh, und der ausgezeichnete Verfasser zählt, wie Iwanow, auch den Baroghil-Pass (etwa 73° 30′, 3797 M.) noch zum Hindu-kush.[41] Die Eintragung der von Stoliczka in Gneiss und in altem Schiefer beobachteten Richtungen in diese Karte zeigt, dass die NO. Richtung des Hindu-kush noch, schräge über den Pámir-Fluss ziehend, anhält bis in die Gegend von Yol-masar, d. i. bis etwa in die Hälfte des Weges zum Victoria-See. Dagegen herrscht am oberen Ab-i-Pandsh das Streichen WNW., als ob N. vom Baroghil-Passe der Hindu-kush oder eine nördliche Parallelkette in Schaarung zusammentreten würde mit einer vom Mustag-Gebirge aus SO. herbeiziehenden Gneisszone. Dieses wäre im Pámir eine Wiederholung der Beziehungen des Nan-shan zum Anembar-ula; die Beobachtungen reichen aber kaum zu einem ganz bestimmten Urtheile aus. In jedem Falle scheint es, als ob im tektonischen Sinne die Quellen des Oxus bereits ausserhalb des Hindu-kush und im Gebiete des äussersten Endes des Mustag liegen würden.[42]

Der Saféd-kóh kommt, wie wir sahen, mit nahe ost-westlicher Richtung von der Schaarung in Hazára her (Taf. XII).

Obwohl er eine Schwenkung gegen WSW. vollzieht, ist doch die südwestliche Richtung des vom Pámir kommenden Hindu-kush von dieser so verschieden, dass Griesbach, dem fast alle genaueren Angaben über das Gebiet von Kabul zu danken sind, öfters die Meinung geäussert hat, es müsse irgend eine selbständige archaische Masse zwischen Saféd-kóh und Hindu-kush vorhanden sein.

Hindu-kush beugt sich entsprechend der grossen östlichen Concavität von Iran; der westlichen, südkaspischen Concavität gegenüber behauptet er in seinen Fortsetzungen die für die Altaiden bezeichnende Selbständigkeit.

Zu wiederholten Malen sind hier Hornblende-Granite und andere Eruptivgesteine von cretacischem Alter erwähnt worden (I, 552 u. And.). Ganz ähnliche Felsarten treten am See von Kabul hervor und bilden die Höhen im Norden dieser Stadt.[43] Bis Charikár in der Nähe des Ghorband-Thales, welches den Südfuss der Hauptkette des Hindu-kush begleitet, hat sie Griesbach erkannt. Den Südabhang dieser Hauptkette bildet lichtgrauer Kalkstein, scheinbar concordant auf veränderten Felsarten, auch auf graphitführendem Schiefer.

Die östlichste Angabe über den Bau des Hindu-kush, welche mir bekannt ist, wurde von Lord im J. 1838 veröffentlicht. Sie bezieht sich auf die Südseite des im Meridian der Stadt Kabul liegenden Ghorband-Passes. Aufsteigend traf Lord gegen NW., d. i. in das Gebirge geneigten, später verticalen Glimmerschiefer, dann Gneiss und wieder Schiefer, von Granit durchsetzt; am folgenden Tage hielten Gneiss- und Glimmerschiefer an, theils in den Berg geneigt und theils senkrecht, bis endlich nicht allzuweit von der Passhöhe hohe Wände von Granit erreicht wurden, so steil, dass der Schnee nicht Halt findet. Weisser Granit mit schwarzer Hornblende, welche zuweilen zu rundlichen Massen vereinigt ist, bildet hier den Kern des Hindu-kush.[44]

Die nahe westlich von dieser Strecke beginnenden Beobachtungen von Griesbach bestätigen diese Angabe.

Die Höhe des Chahardár-Passes (4300 M.) besteht aus demselben Granit mit einer eingeschlossenen Scholle von weissem,

körnigem Marmor. Hornblende-Granit bildet auch hier in grosser Breite den Hauptzug des Hindu-kush. Auch Glimmerschiefer und Gneiss werden angetroffen und sie sind von diesem Granit durchbrochen. Am Südfusse des zweiten, dem Chahardár gegen NNW. folgenden Ueberganges Kotal-Fazak tritt palaeozoischer, vielleicht carbonischer Kalkstein auf. Die Höhe des Kotal-Fazak (3000 M.) besteht aus Marmor; Griesbach beschreibt, wie von diesen nördlichen Theilen des Hindu-kush aus gegen Nord, über das Thal des Surkhab hin, einem Netzwerke gleich, die dunklen intrusiven Felsarten sichtbar sind, welche den lichten Kalkstein der vorliegenden Gebirge auch auf dieser Seite der Hauptkette durchziehen. In diesen Gebirgszügen der Nordseite sind bis Haibak und Tashkurgan, d. i. bis in das Thal des Oxus hinaus, nur cretacische und tertiäre Ablagerungen bekannt. Sie sind sehr mächtig, bilden breite Sättel und Mulden und enden mit einer steileren Anticlinale gegen die Ebene des Oxus.

Weiter gegen West, in den Pässen von Bamián, verengt sich der Hornblende-Granit zu einem schmalen Zuge, während der mächtige obercretacische Kalkstein in grosser Transgression die höchsten Theile des Hindu-kush bildet. Die Sedimente bestehen hier aus zwei, durch Discordanz getrennten Gruppen. Das tiefste Glied der tieferen Gruppe, ein dunkler Kalkstein, hat Productus, an anderen Punkten Fusulina geliefert. Nach oben wechselt er mit grünlichem Sandstein mit Pflanzenresten, welcher von Griesbach dem unteren Theile der Gondwána-Serie gleichgestellt wird. An der Grenze liegen veränderte Conglomerate und erscheint auch viel intrusiver Trapp, welcher jedoch auch hier bis in die discordant auflagernden Kreide-Kalke zu dringen scheint. So ist es am Passe Ak-Robat in der Nähe von Bamián.[45]

Etwas weiter gegen Nord tritt der schmale Zug von Hornblende-Granit zu Tage, begleitet vom Gneiss und Glimmerschiefer, welche jedoch von Griesbach als durch den Granit veränderte Felsarten angesehen werden. Die Decke von Kreide-Kalk zieht über diese Felsarten hinweg und setzt noch weiter im Norden die Pässe Bali-Gali (2926 M.) und Shabanshak zusammen. In dieser Gegend wurde unter dem Kreide-Kalke die stark gefaltete

tiefere Gruppe in der Nähe von Chel wieder angetroffen. Sie zeigt Schiefer mit Halobia Lommeli, darüber Lagen mit Equisetites columnaris und anderen Pflanzenresten, welche nach Griesbach der Lunzer Flora der Ostalpen, zugleich einem mittleren Theile der Gondwána-Serie entsprechen. Ueber diesen folgen noch mächtige, zum Theil pflanzenführende Lagen von Sandstein und Schiefer, auch einzelne marine Einschaltungen und diese Reihe dürfte die gesammte Juraformation umfassen. Endlich folgt rother Sandstein als Aequivalent des Neocom und über all' diesem der discordante obercretacische Kalkstein, vielleicht schon von eocänen Lagen begleitet.

Diese Schichtfolge zeigt ein Randgebiet der Tethys an. Sie bleibt im Wesentlichen dieselbe durch die ganze Breite von N.-Afghanistán und sogar bis in die Nähe von Meshed. Auf der ganzen Strecke sind bis heute keine älteren Gesteine als solche von carbonischem Alter bekannt, bis auf einen Sandstein mit Orthis(?) und Productus(?) vom Passe Dehrud in der Binalut-Kette (O. Chorassan). Ebenso nehmen die pflanzenführenden Schichten über denselben, wie bei Bamián, grossen Theil an dem Aufbaue der Gebirgszüge. Aus ihren tieferen Theilen führt Griesbach von Palezkár (S. vom Band-i-Baba, N. von Herat) Vertebraria(?) und vom Gaukharchang-Passe (N. vom Djamflusse, O. Chorassan) Glossopteris an. Dann folgt auch hier allenthalben das Uebergreifen des obercretacischen Kalksteins.

Die Strecke W. von Bamián scheint noch von keinem Geologen besucht worden zu sein; man weiss aber, dass der Hindukush als die Wasserscheide des Landes, und zwar mit Höhen, welche 4800 M. übersteigen, in den Koh-i-Baba fortsetzt und hierauf die Namen Band-i-Baian und Saféd-kóh annimmt. Nicht sicher ist es, ob er beiläufig in 63° unmittelbar in die Davendar-Kette (O. von Herat) fortstreicht, oder ob diese eine selbständige Kulisse bildet. Von hier an aber sind Griesbach's Angaben so ausführlich, dass die Beugung einzelner der wichtigsten Züge aus W. gegen NW. deutlich verfolgt werden kann.

Die Davendar-Kette ist der Nord-Schenkel einer aus carbonischem Kalkstein und der pflanzenführenden Serie bestehenden

Anticlinale, deren Süd-Schenkel versunken ist, so zwar, dass an der Bruchlinie Carbon an obercretacischen Kalkstein stösst. Denselben Bau zeigt im Westen die Doshak-Kette (südlich von Zindaján am Hari-rud), und ebenso auch die NW. streichende Yaktán-Kette und ihre Fortsetzung, die Binalut-Kette, welche W. von Meshed vorbeizieht.

Alle diese Ketten gehören demselben Hauptgliede des Gebirges an, sind zusammengehörende Kulissen und in ihnen vollzieht sich der Bug gegen NW.[46]

Ein Zug von syenitischem Granit kömmt vom höchsten Theile der Davendar-Kette durch das obere Kurukh-Thal herab, streicht, begleitet von gneissartigem Gestein, nahe N. von der Stadt Herat vorbei, verschwindet gegen West und tritt in Chorassan an der Südseite der Estoi-Kette im nördlichen Gehänge des Djam-Thales wieder hervor; er lässt sich bis Sangbast, SO. von Meshed, und nach russischen Angaben noch etwas weiter gegen NW. verfolgen. Griesbach meint, dass derselbe jünger sei als der rothe Sandstein des Neocom und vielleicht von gleichem Alter mit dem Hornblende-Granit von Süd-Afghanistán.[47]

Der Band-i-Baba (Paropamisus, Bárkhat-dagh[48]) ist in der Hauptsache eine sehr zerdrückte Anticlinale der pflanzenführenden Serie. In Zurmust, d. i. im Osten, ist diese Kette an ihrer Südseite von einer bedeutenden, OW. streichenden Verwerfung durchschnitten. Im Marbich-Passe (W. vom Passe Baba, fast im Meridian von Herat) geht diese Verwerfung auf die Nordseite der Kette über, verschwindet im Tertiärlande und erscheint in Chorassan mit NW.-Streichen in der Estoi-Kette wieder. In Kat-i-Shamshir stehen auf ihr heisse Quellen.[49]

Auf diese Weise zerfällt der Hindu-kush gegen West in lange Kulissen. Die Art des Anschlusses dieser Kulissen an den Balchan und den Kaukasus (I, 605) ist im Laufe der letzten Jahre der Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen,[50] und mir ist der Vortheil erwachsen, den Gegenstand sowohl mit Hrn. Bogdanowitsch als mit Hrn. Griesbach persönlich erörtern zu können. Den übereinstimmenden Angaben darf ich Folgendes entnehmen.

Dieser Anschluss findet wirklich statt, jedoch unter folgenden näheren Umständen.

Die südlichste der erwähnten Kulissen, Davendar-Doshak-Yaktát-Binalut, streicht im Westen von Meshed über diese Stadt hinaus, ohne aber das Kaspische Meer zu erreichen. An ihrer Südwestseite erscheinen andere, OW. streichende Züge, von Muschketow als die Berge der Wüste Kibir bezeichnet; ihr Streichen weicht von den Kulissen des Hindu-kush ab und leitet hinüber zu SW. streichenden Zügen. Ich rechne sie ganz zum Alburs. Die Stadt Nishapur liegt in dem Gebiete des allmählichen Anschmiegens dieser Züge an die Kulisse Binalut.

Der granitische Zug Davendar-Herat-Estoi reicht nicht weit über Meshed hinaus.

Die Kulisse Band-i-Baba (Paropamisus)-Estoi (Puscht-i-kuh—Djam) scheint nicht die Stadt Meshed zu erreichen.

Am linken Ufer des Heri-rud, zwischen der Mündung des Keshaf-rud und der Stadt Sarachs, tritt eine neue, nördlichste Kette hervor, bestehend aus zahlreichen, langen, regelmässig NW. streichenden Falten, welche öfters durchschnitten sind von streichenden oder fast streichenden Verwerfungen. Diese ist es, welcher jetzt in der Regel der Gesammtname Kopet-dagh beigelegt wird. Ihre Fortsetzung ist der Balchasch und sind die Berge von Krasnowodsk.

Der Nordrand des Kopet-dagh wird auf lange Strecken von streichenden Verwerfungen gebildet. Nördlich von diesem Bruchrande folgt eine breite Wüste, ein Theil der Kara-Kum, und N. von der Wüste liegt ein von den bisher angeführten Kulissen verschiedenes Gebiet, nämlich die mesozoische Tafel Ust-urt. Aber Muschketow hält für wahrscheinlich, dass auch ihr Rand ein Bruch sei und erinnert, dass in der Nähe dieses Randes jene Tiefe liegt, welche von Lessar entdeckt und der Aria palus des Alterthumes gleichgestellt worden ist. Sie ist wenigstens 100 Werst breit und sinkt bei dem Brunnen Mirsa Tschille 44·6 M. unter den Spiegel des Kaspischen Meeres. Unter diesen Umständen bezeichnet Muschketow die Wüste zwischen dem Rande des Ust-urt und den Verwerfungen des Kopet-dagh als eine Senkung, und zwar als den ‚turkmenischen Graben'.[51]

Turan. Die Tethys besass, wenigstens durch einen grossen Theil ihres Bestandes, eine weite und flache Ausbreitung über das Gebiet der heutigen Aralo-kaspischen Niederung, am SW. Rande des Festlandes Angara. Wir werden Meeresbildungen der unteren Trias in den Bergen von Darwas zu erwähnen haben, und solche erscheinen auch weit davon am Bogdo-Berge in der Steppe von Astrachan.[52] Mittlere und obere Trias sind mir noch nicht von hier bekannt. Man kennt die pflanzenführende Angara-Serie an mehreren Orten, namentlich im Thale des Syr-darja, und rhätische Pflanzen bei Derbent. Die von Andrussow und Semenow genau dargestellte Schichtfolge von Mangyschlak am NO.-Ufer des Kaspischen Meeres zeigt, abgesehen von den alten gefalteten Gesteinen, welche den Kern dieses Höhenzuges bilden, als tiefste aufgeschlossene Lage Sedimente mit undeutlichen Pflanzenresten und wenig bezeichnenden Conchylien, welche dem Lias oder dem braunen Jura zufallen mögen. Von der Kelloway-Stufe aufwärts aber folgt eine reichgegliederte und ununterbrochene Serie von Meeresbildungen, welche bis in die späteren Abschnitte der Tertiärzeit reicht.[53]

Während Semenow in der Mitte des Beckens auf Grund der Beschaffenheit dieser Sedimente einen Wechsel von tieferem und seichterem Wasser, und zwar eine positive Bewegung von den untersten Lagen gegen die höheren Theile der Juraformation, eine negative im Valanginien und eine neuerliche positive Bewegung mit dem Maximum in Ober-Turon und Senon erkennt, sieht man die entsprechenden Transgressionen an den Ufern. Wir werden die Kelloway-Stufe an verschiedenen Orten in Transgression antreffen. Gegen Süd, im Kopet-dagh, ist, wie im Kaukasus, die untere Kreide vorhanden, aber im Norden tritt durch die Pforte von Turgai das Senon allein in einen Theil der sibirischen Ebene. Ebenso greifen nach Romanowski nur die mittleren und oberen Glieder der Kreide in die Thäler der östlichen Hochgebirge ein.[54]

Von diesen letzteren ist allerdings der höhere Theil, die durch Gryphaea Kauffmanni (= Gr. Eszterhazyi) ausgezeichnete Fergana-Stufe, abzuscheiden; diese stellen wir nach der genaueren

Darlegung von A. Koch dem unteren Pariser Grobkalke gleich, und noch aus dieser Zeit ist eine Verbindung des Meeres im Norden des Mustag-ata zwischen dem turanischen Gebiete und der Jarkend-Niederung bis Jangi-Hissar und bis in die Nähe von Sánju erkennbar.[55]

In der Krim ist der Horizont von Priabona vertreten; oligocäne marine Sedimente kennt man von dort und vom Ust-urt. Wir haben gesehen, dass noch zur unteroligocänen Zeit eine Verbindung an der Ostseite des Ural bis zum Eismeere bestanden hat.[56]

Im Norden, über Turgai hin, kennt man über diesen Meeres-Ablagerungen die Reste der Bernstein-Waldungen und in der Mitte und den anderen Theilen der Niederung sieht man mächtige Ablagerungen von Thonen mit Salz und Gyps. Obwohl ein Theil der letzteren von mehreren Beobachtern noch der Oligocän-Zeit zugeschrieben wird und der Beginn der salinaren Abscheidungen möglicherweise in der That so weit zurückreicht, hat doch Andrussow bereits vor Jahren die merkwürdige Thatsache festgestellt, dass bei dem Cap Tarchan am Asow'schen Meere in dunklem Thon mit Melettaschuppen einzelne Arten der Salzformation von Wieliczka, d. i. des österreichischen Schlier, vorkommen, wie Pecten denudatus. Ein Profil bei Tjub-agal, am N.-Ufer des Kara-bugas, zeigt, dass an der Ostseite des Kaspischen Meeres gleichfalls die dunklen Thone mit Meletta, begleitet von Gyps, vorkommen und dass wiederholte Lagen von Gyps nach oben eingeschaltet sind zwischen Lagen mit marinen Conchylien, welche als die Aequivalente der zweiten Mediterranstufe zu betrachten sind. Allerdings sind es, mit Ausnahme des Cerithium scabrum und vielleicht der Modiola discors, durchwegs im normalen Mittelmeer-Gebiete oder im Donauthale unbekannte Arten, aber die Ueberlagerung durch die sarmatischen Schichten löst jeden Zweifel.[57]

In Persien liegt das Salz über der ersten Mediterranstufe; ebenso in Armenien. In der Krim, am Kaspischen Meere und weiter gegen Nord und Ost kennt man die erste Mediterranstufe noch nicht. Der Beginn der Salzbildung ist daher nicht festzustellen. Dagegen sieht man, dass wenigstens ein Theil dem

Schlier zuzuzählen ist und dass der Wiedereintritt des Meeres zur Zeit der zweiten Mediterranstufe sich unter Schwankungen vollzogen hat. Achtzig Procent des Meerwassers mussten verdunsten, um nach normalem Wasser noch einmal ein Lager von Gyps zu erzeugen und diese Schwankungen mussten daher sehr bedeutend sein. Mit dem Westen gleichartige Verhältnisse sind erst zur sarmatischen Zeit wieder eingetreten.

Zur Zeit der Gypslagen und in noch höherem Grade zur Zeit der Salzabscheidungen muss eine weite Wasserfläche tiefer als der Meeresspiegel gelegen haben. Die Abschliessung mag durch Gebirgsfaltung an irgend einer Stelle fern im Westen erfolgt sein, aber es muss für den Schlier auch ein trockenes Klima schon darum vorausgesetzt werden, weil ausserhalb dieses Rahmens salinare Vorkommnisse in diesem Horizonte bekannt sind und z. B. nach Depéret und Fourtau der gypsführende Thon des G. Geneffé, in der Nähe der Bittersee'n von Suez, zwischen der ersten und der zweiten Mediterranstufe liegt.[58]

Weit breiten sich in Turan die Salzablagerungen aus und sie dringen auch tief in das Hochgebirge des Ostens ein. Hieher sind z. B. die steilgestellten Schichten mit Gyps und die zahlreichen Salzsee'n zu stellen, welche Obrutschew in den Vorbergen der Kulissen des Hindu-kush südlich von Sarachs, namentlich zwischen dem Hari-rud und dem Kuschk beschrieben hat.[59] Vielleicht stellen sie den Ort dar, an welchem vor Zeiten eine Verbindung der Wässer von Turan mit jenen von Iran vorhanden war. Im Hochgebirge werden wir Salzlager noch weit oberhalb Garm zu nennen haben. Im Pámir liegt am Rang-kul Steinsalz in dünnblättrigem Schiefer. Der Pass am obersten Oxus oder Ab-i-Pandsh, welcher hier nach den Karten Baroghil genannt worden ist, heisst bei Iwanow Bor-agyl, d. h. der Gyps-Pass, und grosse Mengen von Gyps sollen dort vorkommen.[60]

Der Muschelkalk zwischen Tschimkent und Taschkent, von welchem Romanowski Nachricht gibt, ist gleichfalls mittel-tertiär; Ostrea hemiglobosa Rom. aus der Gegend von Garm deutet vielleicht dasselbe Alter an.[61]

Sarmatische Bildungen sind jenseits des Aral noch nicht

Tafel XIII

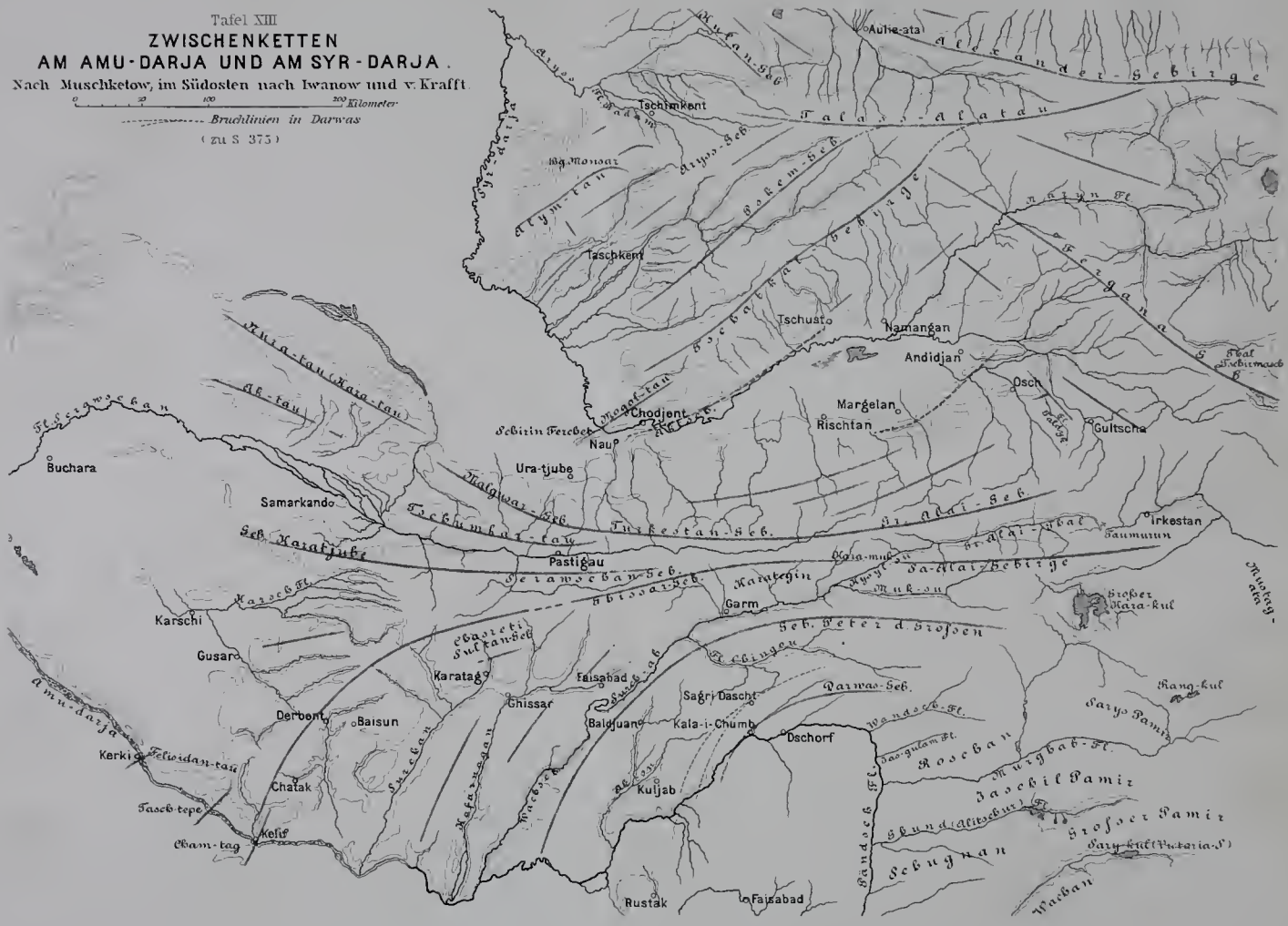
ZWISCHENKETTEN AM AMU-DARJA UND AM SYR-DARJA.

Nach Muschketow, im Südosten nach Iwanow und v. Krafft

0 50 100 200 Kilometer

Bruchlinien in Darwas

(zu S. 375)



bekannt geworden. Sie sind am Ust-urt vorhanden. Es wurde bereits erwähnt, dass das sarmatische Gebiet, obwohl von West bis Ost in einer Ausdehnung bekannt, welche jener des heutigen Mittelmeeres gleichkömmt, dennoch ganz ausserhalb der Ufer des heutigen Mittelmeeres liegt. (I, 421.)

Die noch jüngeren Bildungen des Aralo-kaspischen Beckens mögen ausser Betracht bleiben. —

Die heutigen Umrisse der Niederung von Turan sind daher von sehr verschiedenem Alter. Im Nordwesten, gegen den Ural hin, breiten sich die cretacischen und tertiären Sedimente in ungestörter Lagerung über die abgetragenen Schichtenköpfe des alten Gebirges aus. In vollem Gegensatze dazu treten im Osten die langen Aeste des Tian-shan vor und dieselben Sedimente erheben sich, in Falten gelegt, zu beträchtlichen Höhen. Zwischen diesen langen Aesten entwickelt sich aber im Osten eine höchst eigenthümliche, mir sonst auf keiner Stelle der Erde bekannte Form gefalteter Zwischenketten, welche besondere Aufmerksamkeit erfordert.

Man sieht auf I, Taf. V, zwischen den Aesten 8 (Hindukush, Balchan) und 7 (Ghissar-Chasreti Sultan) den Lauf des Amu-darja; 7 und 6 (Alai-Nuratau) sind nur durch das Thal des Serawshan getrennt und werden als zusammengehörig betrachtet; dagegen bietet zwischen 6 und 5 (Talass-Alatau-Karatau) das Thal des Syr-darja Verhältnisse, welche jenen am Amu-darja gleichen. Hier werden zuerst die Zwischenketten am Amu-darja, daher der Hauptsache nach die bucharischen Berge, dann jene im Gebiete des Syr-darja, insbesondere die Berge von Fergana, besprochen werden. Die Folgerungen für die nördlichen Theile der Virgation des Tian-shan werden sich von selbst ergeben. Für beide Gebiete hat Muschketow ein wahrhaft grundlegendes Werk geliefert.[62]

Gebirge des Amu-darja. Die cretacischen Eruptiv-Gesteine, welche in Baludshistán, in Afghanistán, auf dem Hindukush und noch im Norden desselben, den Teschenite der Karpathen einigermaassen vergleichbar, auftreten, sind jenseits des Amu-darja nicht bekannt. Der cretacische Kalkstein, welcher,

discordant gelagert, auf dem Hindu-kush bedeutende Höhen erreicht, bildet im Verein mit Eocän im Norden der Hauptkette mächtige Falten. Noch S. und SW. von Maimena erreichen diese beiläufig OW. streichenden Vorketten im Band-i-Turkestan 3500 M. Eine steil abfallende Anticlinale dieser cretacischen und tertiären Gesteine bildet, wie bereits gesagt worden ist, den Nord-Rand des Gebirges in der Nähe von Sar-i-kul und Maimena. An ihrem Fusse setzt die Faltung in die salzführenden Schichten fort, welche auch Griesbach den mitteltertiären Salzablagerungen Persien's gleichstellt. Noch an der Südseite der Fähre über den Amu-darja bei Kelîf traf derselbe tertiären Muschelkalkstein mit Pecten, Ostrea und Bryozoen. Die Anzeichen der Faltung sind so allgemein, dass Griesbach sogar vermuthete, es bilde sich heute ein neuer Sattel in den Alluvien des Oxus, und die linken Zuflüsse zwischen Tashkurgan und Maimena würden hiedurch abgeschnitten.[63]

In der Richtung gegen Osten reichen Griesbach's Berichte bis Gori am Kundus. Die breitere Ebene des Amu-darja, welche das Ende der östlichen Gebirge anzeigt, erstreckt sich etwa bis Rustak.

Die Betrachtung der N. vom Hindu-kush liegenden Pámir-Ketten muss mit dem Geständnisse beginnen, dass diese Ketten in geologischer Beziehung wenig bekannt sind. Am Pandsch abwärts bis Kala-i-Pandsch hat Stoliczka einige Beobachtungen gesammelt, und es wurde bereits gesagt, dass die untere Hälfte des Pámir-Flusses schräge das Streichen eines Gneiss-Zuges schneidet, welcher ein Theil des Hindu-kush oder eine Vorkette desselben ist. Er fällt mit Iwanow's Wachan-Gebirge zusammen, begleitet die N.-Seite des Pandsch, tritt muthmaasslich bei Ischkaschim in das Knie dieses Flusses ein und mag sich gegen SW. in Badakshan fortsetzen.

Es scheint aber in der That, als ob nicht nur der Pandsch unterhalb Kala-i-Pandsch, der oberste Schach-dara an der N.-Seite des Wachan-Gebirges, der Ghund (Alitschur) und der Murghab (bis zum Meridian des Rang-kul) wahre tektonische Längenthäler seien, welche sich, wie Curzon's Karte deutlich zeigt, in ihren tieferen Theilen mehr und mehr bogenförmig gegen

SW. wenden. Auch der ganz nach SW. fliessende Jas-gulam, welchem auf den russischen Karten eine viel grössere Bedeutung zugemessen wird, und sogar der Wansch scheinen Längenthäler zu sein, mit einem Worte alle Thäler, welche vom Knie bei Ischkaschim bis Kala-i-Chumb vom Pámir her den Pandsch erreichen.

Die convergirende Richtung dieser Thäler setzt aber voraus, dass die grossen westlichen Ketten des Pámir eine im Norden zunehmende Beugung im Streichen, etwa in die SSW.-Richtung des Chodscha Mohammed von Baltistán, erleiden, dabei in Baltistán rasch an Höhe abnehmen und mit ihren südlichen Ausläufern in der Gegend W. vom See Schiwa und bei Faisabad anlangen.

Der Bau des Darwas-Gebirges bestätigt diese Vermuthung. Dieses Gebirge vollzieht eine fast knieförmige Beugung gegen SSW., welche noch stärker gekrümmt ist als der Bogen des Pandsch oberhalb Kala-i-Chumb. Iwanow, welcher auf dem Uebergange Sagri-dascht (2400 M.) von Norden her das Gebirge in der Richtung auf Kala-i-Chumb überstiegen hat, traf rothen Sandstein, bedeckt von grauem, grobem Sandstein und Conglomerat in mächtigen Schichten, welche zu grosser Höhe, aber nicht auf die Südseite reichen. Auf dieser sieht man krystallinische Felsarten.[64]

Ueber den weiteren Bau gibt Krafft genauen Aufschluss. Die Conglomerate von Sagri-dascht werden der Eocän-Zeit zugerechnet; sie bilden weiter in SW. hohe Gipfel (Chasreti-Schan, 4000 M.) und sind durch eine lange Dislocation von dem östlich am Pandsch liegenden älteren Gebirge abgetrennt. Diese Dislocation ist aus SW. gegen SSW. und das ältere Gebirge ist in gleichem Sinne, doch noch stärker gekrümmt.[65]

Dieses ältere Gebirge, von Krafft als altpalaeozoisch bezeichnet, besteht aus Glimmerschiefer, Para-Amphibolit, Sericitschiefer und älteren Eruptiv-Gesteinen. Es bildet die Axe einer im Streichen gekrümmten Anticlinale, welche von NO. her und durch das Thal des Chumban sich herabsenkt in das Thal des Pandsch, und an diesem Flusse von Dschorf bis Kala-i-Chumb, ferner noch etwa durch 40 Werst abwärts bekannt ist, bis es, in fast südlicher Richtung streichend, auf die Ostseite des Flusses

tritt. Diese Richtung würde etwas W. von Faisabad anlangen; wahrscheinlich verschwinden diese Gesteine aber noch oberhalb dieses Ortes unter jüngeren Sedimenten.

Im Osten wie im Westen der Anticlinale tritt der Fusulinenkalk hervor, dann Diabas, Tuff und Sandstein. Die westliche Zone ist sehr entwickelt; Siaku und Kugi-furusch erreichen etwa 5000 M. Spuren der Arta-Stufe sind bekannt geworden.[66] Das nächste, gegen West hervortretende Glied ist untere Trias; Bittner hat die besondere Aehnlichkeit mit dem Werfner Schiefer der Ostalpen hervorgehoben.[67] Diese älteren Formationen werden gegen NW. und W. von der erwähnten langen Dislocation nacheinander schräge durchschnitten. Der südliche Theil dieser Dislocation streicht gleichfalls gegen SSW. und sie setzt der ganzen Länge nach das muthmaasslich eocäne Conglomerat in Höhen von 3000—4000 M. an die Stelle der älteren Formationen. Von hier an fällt aber das Gebirge sehr rasch gegen Westen und Süden ab. Muminabad, am westlichen Rande, liegt in 1140 M., und noch etwas weiter im Süden hat Regel in den Bergen Chodja-Mumyn, (1280 M.) zwischen Kuljab und dem Pandsch, grosse Mengen von Steinsalz angetroffen.[68] Man muss annehmen, dass die Axe der Anticlinale von Darwas, nachdem sie bei Kala-i-Chumb in das Thal des Pandsch herabgesunken war, gegen Süd rasch noch weiter sinkt. Das Salz aber mag der im Westen folgenden Synclinale angehören. Die Fortsetzung dieser Synclinale liegt in der von eocänen oder cretacischen Ablagerungen gebildeten Synclinale des oberen Chingau, welche das Darwas-Gebirge bogenförmig gegen Nord von dem ähnlich gebauten Gebirge Peters des Grossen (Piriok) abtrennt.

Ueber diesen Gebirgszug gibt Iwanow Aufschluss. Vor der Betrachtung desselben ist aber zu erinnern, dass das grosse Alai-Thal ein ehemaliges Seebecken ist, stellenweise umgeben von Terrassen, welches durch eine Schlucht entleert wurde, die der Kysyl-su in SW.-Richtung quer über den Sa-Alai geschnitten hat. Der Kysyl-su ist daher nicht das natürliche Haupt des Wachsch. Dieses Haupt ist vielmehr der vom Pámir kommende und dem oberen Chingau parallele Muk-su. Zwischen den beiden letzteren Flüssen erhebt sich die Kette Peter des Grossen.[69]

Dieses Gebirge verdankt nach Iwanow die wilde und zackige Gestalt seines Kammes einem dunkeln, stellenweise fusulinenführenden Kalkstein, welcher in der Mächtigkeit von Tausenden von Fussen an der Nordseite gegen den Muk-su und gegen Theile des Wachsch steil abstürzt.

Mesozoische Ablagerungen, dabei ein für jurassisch gehaltener Kalkstein, schliessen sich an und hierauf buntfarbige tertiäre Thone und Sandsteine mit Salz und Gyps. Die letzteren bilden von Garm aufwärts einen langen Saum des Gebirges längs der Südseite des Wachsch und des Muk-su, und an mehreren Orten, sogar weit im Osten, in der Furche des Passes Ters-agar (Altin-mazar, 72° 15′ ö. L. auf Curzon's Karte) im Pámir, wird Salz gegraben. Der steile Absturz der Nordseite wird noch im Thale Kandi erwähnt.

Wir wenden uns nun gegen Westen. Noch ziemlich weit unterhalb der Mündung des Kysyl-su erwähnt Iwanow sehr hohe Gipfel (Suganaki, etwa 5400 M.). Von hier an wird der N.-Absturz breiter und niedriger. Als Iwanow noch weiter im Westen, von Garm aus, das Gebirge überstieg, traf er schon die ganze Breite desselben überdeckt von cretacischem oder tertiärem Sandstein und Conglomerat, unter welchen die palaeozoischen Kalksteine nur an wenig Stellen entblösst sind.

Noch rascher als im Darwas-Gebirge und gleichsam in dem Buge selbst, verschwinden daher in der Kette Peters des Grossen alle vorcretacischen Gesteine. Die viel niedriger gewordene Kette, gegen SW. gebeugt, wird unterhalb Garm vom Chulass (unt. Chingau) durchschnitten, und die cretacische Anticlinale, welche Krafft zwischen Baldjuan und dem Wachsch verzeichnet, vertritt nun diesen mächtigen Gebirgszug.

Hieraus ergibt sich als allgemeines Ergebnis, dass Muk-su und (Surchab) Wachsch (mit Ausnahme der örtlichen Knickung S. von Faisabad) eine wahre tektonische Leitlinie darstellen, welche alle S. vom grossen Kara-kul aus dem Pámir hervortretenden Faltenzüge umfasst und dass wahrscheinlich alle unterhalb Ischkaschim gegen West aus dem Pámir hervortretenden Thäler wahre Längenthäler sind, welche der Pandsch abschneidet, bis er für

eine Strecke unterhalb Kala-i-Chumb gleichfalls zu einem Längenthale wird. Diese Strecke des Pandsch liegt aber nicht, wie die meisten oder alle anderen Längenthäler, in einer Synclinale, sondern in einer Anticlinale.

Nach Muschketow's Karte ist es wahrscheinlich, dass nördlich von Garm auch das Karategin-Gebirge einen ähnlichen Bogen wie Darwas und Peter der Grosse vollzieht und gegen Faisabad herabstreicht. Ich bin kaum im Zweifel darüber, dass auch der mächtige Hochgebirgszug Sa-Alai — Ghissar — Chasreti-Sultan (7, I, Taf. V), welcher bisher als einer der Zweige der Virgation des Tian-shan angeführt wurde, in Wirklichkeit gegen Südwest abschwenkt. Krafft hat von Karatagh aus Chasreti-Sultan überstiegen und traf eine abweichende Gesteinsfolge. Im Süden des Mura-Passes (3730 M.) folgt auf Eocän und auf Kreide mit Acanthoc. Milletianum sofort Porphyr und Granit und weiter aufwärts liegen noch grabenartig versenkte Schollen der cretacischen Transgression. Jenseits des Passes lagert am Iskender-kul mitteldevonischer Korallenkalk und über diesem sehr mächtiger oberdevonischer oder carbonischer Dolomit (Tursüll, 5000 M.).[70] Weit in SW. von dieser Stelle taucht N. von der Stadt Baisun aus einer Fluth von cretacischen und eocänen Falten der Höhenzug Tschuldaïr hervor, in welchem Krafft Sandstein mit rhätischen Pflanzen und dunklen, wahrscheinlich jurassischen Kalkstein traf. Der letztere wendet sich in einem langen Zuge gegen SSW., bildet, von Kreide auch hier discordant überlagert, die Schlucht des eisernen Thores bei Derbent und wird von Muschketow geradezu als die Fortsetzung des hohen Gebirges von Ghissar bezeichnet.[71] Noch weiter in der gleichen SW.-Richtung liegt Chatak, von wo Nikitin Fossilien des Kelloway mitten aus dem sonst cretacischen und eocänen Faltenlande beschrieben hat[72] und erhebt sich ein langer gegen SW. gestreckter Rücken; ihm gehört die cretacische Anticlinale Kukaityn-tau an. Muschketow beschreibt die Aussicht. Weit breitet sich das Thal des Oxus aus; noch weiter im Süden liegen die hohen afghanischen Berge. In der Nähe aber, zur Linken, sieht man eine zweite, parallel gegen SW. ziehende Anticlinale. Itym-tag oder Djity-tag, d. i. die

sieben Hügel, wird sie genannt, weil sie sich gegen SW. in eine Reihe von Kuppen auflöst. Von diesen tritt eine in den Oxus vor und trägt die Stadt Kelîf. In einer Reihe von Stromschnellen kreuzt der Höhenzug den Oxus und bildet auf der Südseite die beiden Felsrücken Cham-tag. Hier ist es, wo Griesbach in aufgerichteten Schichten die mediterranen Fossilien gesammelt hat. Hier, im Angesichte der Vorberge des Hindu-kush, sinkt dieser lange Faltenzug unter die Ebene, welcher nach aller Wahrscheinlichkeit die Fortsetzung des mächtigen Sa-Alai-Gebirges ist.

Die Richtung der Ausläufer ist aus SSW. allmählich Südwest geworden; zwischem dem Wachsch und Kelît, d. i. zwischen Peter dem Grossen und Sa-Alai—Chasreti-Sultan haben sich secundäre Falten eingeschaltet. Jenseits Kelîf tritt ihr Auseinanderweichen noch deutlicher hervor, und am Ostrande, gegen Gusar und Karsch, sind es immer schwächere Faltungen, welche das Hügelland bilden. Einzelne Züge gelangen noch an den Amu-darja. Muschketow beschreibt eine cretacische Anticlinale, Aggs-tau, welche bei Chodscha-salar unter Kelîf den Fluss kreuzt; eine weitere ist Felisidan-tau; die Richtung wird WSW., die Falten werden gerader und schwächer; bei Kerki fand Muschketow die letzte Spur von Faltung am Amu-darja.[73]

Wir behalten die gegen NW. convexe Linie Muk-su Wachsch und die muthmaassliche, dieser entsprechende Beugung Mura-Pass — Eisernes Thor — Kelîf im Auge. Die weiteren Curven flachen gegen West aus, die salzführenden Tertiär-Ablagerungen nehmen grösseren Antheil an ihrem Baue, aber an dem Karsch-Flusse entsteht ein einspringender Winkel. N. von demselben treten Ketten von der vermittelnden Richtung OW., aber aus Granit, altem Schiefer und palaeozoischem Kalkstein bestehend, hervor. Obrutschew hat sie beschrieben.[74]

Die nördlichste dieser Ketten, Kara-tjube, S. von Samarkand, übersteigt 2000 M.; sie dacht gegen diese Stadt und gegen das grosse Längenthal des Fl. Serawschan ab und N. von diesem Thale streckt sich die Kette Nura-tau (Kara-tau), von untergeordneten Zügen begleitet, gegen NW. Viele vereinzelte Kuppen verrathen, dass das Gebirge noch weiter unter der Wüste fortzieht.

Das Thal des Serawschan, gradlinig von Ost nach West gestreckt, im Süden vom Kara-tjube und vom Serawschan-Gebirge, im Norden vom Turkestan-Gebirge begrenzt und tief eingesenkt zwischen diese hohen und in ihren östlichen Theilen mit Gletschern behängten Ketten, ist einer der bemerkenswerthesten Züge in dem Baue des Tian-shan. Noch bei Pastigau, mehr als 180 Werst oberhalb Samarkand, hat Muschketow gefunden, dass die tieferen Abhänge von einer cretacischen Synclinale gebildet sind. Derselbe Forscher hat am Haupte des Thales, im Firngebiete des Serawschan-Gletschers, festgestellt, dass an der Nordseite das Turkestan-Gebirge die ununterbrochene Fortsetzung des Granit- und Gabbro-Zuges des grossen Alai ist, während das südliche Gebirge von Karategin (Ghissar) aus Granit, Gneiss und metamorphischem Schiefer besteht; der mittlere, verbindende Gebirgsknoten Karamuk ist hauptsächlich von Diabas gebildet.[75]

Da wir nun wissen, dass das Thal des Kysyl-su dort, wo er aus dem grossen Alai-Thale abfliesst, ein junges Erosions-Thal ist, welches bei der Aufsuchung der tektonischen Linien ausser Betracht zu bleiben hat, ergibt sich, dass diese über den Karamuk zu ziehen sind und dass das Alai-Thal als die Fortsetzung des Serawschan angesehen werden muss. Auch hier werden cretacische und tertiäre Sedimente verzeichnet und an seinem östlichen Ende, auf dem Passe Taumurun (3400 M.), erwähnt Muschketow noch tertiäre Schichten.[76]

Hier ist die Wasserscheide gegen den Jarkend-darja erreicht. Vom Serawschan bis hieher reicht eine grosse Trennungslinie der Gebirge, wahrscheinlich eine der alten Verbindungslinien der Meere.

Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass trotz des fast geraden Verlaufes dieser langen Linie die Gebirge im Norden nicht in gerader Linie streichen. Der grosse Alai streicht deutlich WSW., so wie alle seine N. Vorketten bis Margelan und im Meridian von Ura-tjube, etwas westlich von dem Buge des Syr-darja bei Chodschent, löst sich der Nordrand des Gebirges in grosse Kulissen auf, die gegen NW. streichen. Die längste derselben ist der bereits erwähnte Nura-tau.

Gebirge des Syr-darja. Die Aehnlichkeit des Baues mit jenem der Gebirge des Amu-darja ist geradezu erstaunlich. Hier wie dort nehmen junge Sedimente, von der mitteleretacischen Transgression aufwärts, obwohl discordant gelagert, an der Faltung theil. Hier erscheinen SW. streichende Zwischenketten zwischen dem Bogen des Kara-tau im Norden und des Alai—Nura-tau im Süden, wie dort zwischen Alai—Nura-tau im Norden und Hindukush im Süden. Hier wie dort beugt sich der Fluss um diese Vorketten und nimmt die Wässer der aus NO. kommenden Längenthäler auf. Bei Chodjent wird das Ende einer dieser Anticlinalen in ähnlicher Weise vom Flusse durchschnitten, wie dort bei Kelîf. Hier entsteht im Nordwesten am Fl. Aryss ein einspringender Winkel zwischen den Zwischenketten und dem Hauptaste Karatau, welcher völlig dem einspringenden Winkel des Karsch gleicht.

Wir folgen den meisterhaften Darstellungen, welche Muschketow von diesen Bergen und von ganz Fergana geliefert hat. Zuvor mag jedoch erinnert sein an den bogenförmigen Bau, welcher im mittleren Tian-shan herrscht. (III, 211). Die Bogenstücke sind gegen Süd convex; ein Ast streicht WSW. oder SW., der andere WNW., NW. oder auch NNW. Sie treffen aufeinander, scheinen sich gegenseitig abzuschneiden und erzeugen auf diese Art den höchst eigenthümlichen, bewegten Wellen gleichenden oder auch an Dachziegel erinnernden Bau des Gebirges. Dabei beginnt der gesammte Tian-shan im Osten, südlich vom Gobi-Altai, schmal und keilförmig, um gegen West in der gewaltigen Virgation auseinander zu weichen. Die langen Aeste der Virgation sind aber die NW. Aeste solcher Bogenstücke.

Ein solches Bogenstück umgibt die Südseite des See's Tschatyr-kul. Sein NW. Ast zieht vom Suëk-tau unter dem Namen Fergana-Gebirge an der Ostseite der Niederung von Fergana vorüber und kreuzt dabei die Richtung des grossen Alai-Gebirges. Junge Ablagerungen sind in der Fuge vorhanden, und so scharf ist das Zusammentreffen, dass z. B. auf der rechten Seite des Fl. Taldyk (SO. von Osch) die ziemlich steil gestellten tertiären Conglomerate NW., auf der linken aber ONO. streichen.[77] In gleicher Weise behaupten die Vorketten des Fergana-Gebirges

ihre NW. Richtung über den Naryn hinaus und in der Nähe dieses Flusses treffen sie wieder mit NO. Falten zusammen. Das ganze Gebirge N. von Namangan, Tschust und Chodjent ist bis an den Fl. Aryss bei Tschimkent fast ausschliesslich von Str. SW. beherrscht, wenn auch z. B. N. von Namangan die entgegengesetzte SO. Richtung sich gleichfalls geltend macht. Diese Ketten, unter welchen das N. von Chodjent endende Tschatkal-Gebirge das bedeutendste ist, bestehen in viel höherem Grade aus älteren Felsarten, als die SW.-Ketten der Bucharei; sie sind auch weit höher, aber sie laufen auch hier im Westen, namentlich in der Gegend von Taschkent, in cretacische und tertiäre Anticlinalen aus. Auch hier weichen im Westen stellenweise die SW. Anticlinalen ziemlich weit auseinander. Hier tritt jedoch, namentlich im Thale des Badam bei Tschimkent und südlich von dieser Strecke, unerwartet ein secundäres NW.-Streichen abermals hervor, welches im Zickzack mit den SW.-Falten zusammenstösst und wohl auch convexe Bogen bildet, wie am Berge Moisar und im Alym-tau zwischen Tschimkent und Taschkent.

Muschketow sagt, dass die SO.- oder Fergana-Falten gegen die Ebene von Fergana leicht convex seien, während es ihm scheint, als seien die SW.-Falten leicht concav. Eine solche Concavität sieht man aber am deutlichsten in den westlichen Ausläufern, und hier ist in Folge dessen die Aehnlichkeit mit den bucharischen Falten am grössten. Es ist möglich, dass auch die bedeutenderen SW.-Falten und vielleicht sogar der Tschatkal selbst in ihren nördlichen Theilen mit concavem Bogen in den Talass-Alatau eintreten; hierüber fehlen aber genauere Angaben, und diese Verbindung ist auf Taf. XIV durch Punkte angezeigt.

Diese grossen SW.-Falten im Norden des Syr-darja, wie der Tschatkal, werden von Muschketow geradezu als Alai-Falten bezeichnet. Hiefür scheint mir der Umstand zu sprechen, dass zwei junge, aus salzführenden Tertiärschichten bestehende und wenigstens zum Theil anticlinale Linien vorhanden sind, welche vom Alai her den Anschluss an die nördlichen Faltenzüge anzeigen.

Der Mogol-tau, eine dem südlichen Tschatkal vorliegende Kulisse, ist es, welchen der Syr-darja westlich von Chodjent

durchschneidet. Südlich von dieser Stelle, bei Nau, löst die erste dieser jungen Linien sich vom N.-Rande des grossen Alai ab, kreuzt schräge den Syr-darja, begleitet dessen rechtes Ufer als der Salzberg Ak-tscheku und gelangt als eine gestreckte Hügelreihe bis Tschust. Die zweite geht von Rischtan aus, zieht SO. und O. von Margelan und von Andidjan vorüber und dürfte im Teke-bel die Vorberge des Fergana-Gebirges berühren.

Es wurde erwähnt, dass cretacische und tertiäre Sedimente bei Osch zwischen das Fergana-Gebirge und den Alai eintreten und es wurde auch gesagt, dass tertiäre Schichten auf dem Passe Taumurun am Ost-Ende des Alai-Thales lagern. Ebenso hat Muschketow Kreide und Tertiär in 11.600 Fuss am Kugart bei Suëk, im Thale Tschir-tasch, W. vom Tschatyr-kul und an diesem See selbst getroffen und sich von dem Zusammenhange und der Uebereinstimmung der tertiären Conglomerate Stoliczka's mit jenen von Fergana überzeugt.

Futterer hat gleichfalls auf dem Wege von Osch über Gultscha und Irkestan (unter Pass Taumurun) nach Kaschgar diese jüngeren Sedimente, und zwar muthmaassliche Kreide und gypsführendes Tertiär, und dabei einen auffallenden Gegensatz zwischen Str. NS. in den palaeozoischen und vorherrschend OW. in den jüngeren Felsarten vorgefunden.[78]

Wie dem nun im Einzelnen auch sein mag, muss als feststehend angenommen werden, dass innerhalb dieser Theile des Tian-shan, im Norden vom Mustag-ata, in jüngerer Zeit eine Meeresverbindung zwischen dem Aralo-kaspischen und dem Jarkend-Gebiete stattgefunden hat. Für die Stufe des unteren Pariser Grobkalkes (Gr. Eszterhazyi) ist sie durch Versteinerungen erwiesen.

Bau der Zwischenketten. Die hohe und sehr gestörte Lage vereinzelter tertiärer Schollen gestattet nicht, für die oben erwähnte Meeresverbindung eine bestimmt umgrenzte Strasse zu ermitteln. Man wird im Gegentheile mit Muschketow vorauszusetzen haben, dass noch zur Zeit der gypsführenden Tertiärschichten hier das ganze Gebirge niedriger gewesen ist und dass erst spätere Faltung die Sedimente zertheilt, die Schollen emporgetragen oder eingeklemmt und zugleich die Verbindung geschlossen hat. Es ist

das Bild eines zerdrückten Meerestheiles, wie es in grossem Maassstabe von Theilen der Tethys, aber auch z. B. von den tertiären Schichten im Norden der Westalpen (Rhônethal) geboten wird.

Weit schwieriger ist es, den Bau der gekrümmten Zwischenketten am Amu-darja und Syr-darja zu verstehen. Ihre gegenseitige Uebereinstimmung lehrt zunächst, dass wirklich Hindukush ein Theil desselben Aufbaues ist, dass die grosse Faltenbildung sich wirklich nicht nur vom Altai her bis zum NW.-Ende des Jarkend-Bogens, sondern auch W. von diesem im Pámir und noch weiter gegen Süden fortgesetzt hat. Insoferne ist sie auch eine neue Bestätigung der Selbständigkeit des Jarkend-Bogens gegenüber der Fluth der Altaiden.

Zuerst fällt in diesen Zwischenketten das rasche Versinken so vieler mächtiger Anticlinalen auf und der Umstand, dass sie in beiden Fällen am NW.-Rande etwas fächerförmig auseinander treten. Es ist, als wären hier die Synclinalen den Anticlinalen nicht gleichwertig.

Die freien Anticlinalen haben das Bestreben, sich zu verlängern.

Einzelne Spuren deuten dahin, dass diess hier wirklich geschehen sei. Amu-darja und Syr-darja fliessen, abgesehen von ihrem im Hochgebirge liegenden Oberlaufe, auf dem vom Meere oder Binnen-See zuletzt verlassenen Raume und auf den Sedimenten dieser ausgedehnten, verschwundenen oder eingeengten Wässer. Sie sind daher die jüngsten Glieder ihrer Flussysteme. Ihre erste Anlage ist ohne Zweifel auf der Oberfläche dieser Sedimente in dem Maasse des Zurückweichens der grossen Wasserfläche erfolgt. Jetzt durchschneidet jeder der beiden Flüsse, wie wir sahen, die äussersten SW.-Spitzen der Zwischenketten. Die Oberfläche der flachliegenden jüngsten Sedimente mag allerdings durch Wind und andere Umstände etwas erniedrigt worden sein, aber das kann nicht in so hohem Grade geschehen sein, dass dadurch die auf der linken Seite des Amu-darja gegenüber von Kelîf hervortretende ziemlich beträchtliche Höhe Cham-tag, noch der auf der linken Seite des Syr-darja unterhalb Chodjent aufragende Berg Schirin-ferchat hätten blossgelegt werden können.

Diese Höhen sind die natürlichen Endglieder der beiden stärksten SW.-Züge der Zwischenketten, bei Kelîf des von Derwent und wahrscheinlich vom Chasreti-Sultan kommenden Zuges, bei Chodjent des mächtigen Tschatkal (Mogol-tau). Vielleicht dürfen wir im Cham-tag gegenüber Kelîf und im Schirinferchat SW. von Chodjent das Maass der Verlängerung in der Richtung der Axe sehen, welches diese beiden Zwischenketten in letzter Zeit erfahren haben.[79]

In beiden Fällen sind diese Höhen noch heute quer über den Amur-darja und den Syr-darja durch Stromschnellen mit ihrer Axe verbunden. Dasselbe gilt von den gleichfalls nicht völlig durchsägten Enden tertiärer Anticlinalen unterhalb Kelîf. Die beiden tertiären Linien, welche oberhalb Chodjent über den Syr-darja ziehen, geben über die Frage der einseitigen Verlängerung keinen Aufschluss.

Indem auf diese Weise sowie durch die Faltung der salzführenden Schichten der Bestand junger Bewegung hervortritt, darf nicht vergessen werden, dass, namentlich in den Hauptketten, die Anzeichen höheren Alters gleichfalls vorhanden sind. Eines der auffallendsten Beispiele ist Mangyschlak, wo die ganze mesozoische Serie vom Jura aufwärts discordant und wenig gefaltet an den heftig gefalteten älteren Phyllit angelagert ist. Es gibt aber nicht nur Bewegungen von verschiedenem Alter. Die unzweifelhafte Interferenz der NO. und NW. streichenden Falten zeigt auch, dass neben der grossen und allgemeinen Bewegung aller Tian-shan-Bogen jeder einzelne Hauptbogen (oder Scheibenstück, oder Dachziegel) ein gewisses Maass von selbständiger Bewegung besessen haben muss oder besitzt, welches je nach besonderen Umständen zeitweise zur Geltung gelangt ist und die Interferenz durch Bildung jüngerer, secundärer Falten erzeugt hat. Im Gebiete des Amudarja ist solche Interferenz nicht bekannt. Im Gebiete des Syrdarja sind wenigstens im Westen die NW. streichenden Falten jünger und secundär. Man bemerkt aber, dass diese jüngeren NW. streichenden Falten fast die Richtung der Hauptkette Kara-tau, die stärkeren NO.-Falten nahezu die Richtung des

Alai, folglich beide die Richtung der Hauptbogen haben, aber NW. entspricht der westlichen Hälfte und NO. der östlichen Hälfte dieser Hauptbogen. Die Interferenz entspricht daher nicht fremden Einflüssen, sondern der Fortbildung der Hauptbogen, vielleicht auch einer leichten Verschiebung des Scheitels ihrer Beugung und vielleicht nur irgend einer Art späterer Anpassung und Ausgleichung. Hindu-kush ist nicht in der Mitte seines Bogens, sondern nahe dem östlichen Ende bei weitem am mächtigsten; die Intensität der Gebirgsbildung nimmt offenbar gegen Westen ab und sein äusserster Westen ist in Kulissen aufgelöst. Dieses dürfte von der Zugehörigkeit den Altaiden herrühren. Auch alle Zwischenketten sind im Osten weit mächtiger und ersterben im Westen. Am Syr-darja, wo Muschketow die Zwischenketten als Alai-Ketten bezeichnet hat, und wo die beiden tertiären Verbindungslinien vorhanden sind, kann man sie als östliche Hälften von Tian-shan-Bogen ansehen, hier in der Richtung entsprechend dem Alai. Aber gegen den westlichen Rand (Moisar) und vielleicht auch im Norden gegen den Talass-Alatau bilden sich Bogen, welche gegen NW. convex sind und von der Richtung des Tian-shan abweichen. Es wurde erwähnt, dass Muschketow diesen Zwischenketten überhaupt eine gewisse Beugung in demselben Sinne zuzusprechen geneigt ist. Hiedurch entsteht ein Widerspruch zu der eben erwähnten Aehnlichkeit mit der Richtung der Hauptketten, dagegen erhöhte Aehnlichkeit mit der sehr befremdenden Richtung der Zwischenketten des Amu-darja und der langen Linie Muk-su—Wachsch. Diese letzteren beginnen bekanntlich im Pámir mit beiläufig der Richtung OW. und vollführen einen gegen NW. so stark gewölbten Bogen, dass die weitere Richtung bis gegen Kelif hin fast senkrecht wird auf jene der Vorketten des Hindu-kush. Erst in der entferntesten, westlichsten tertiären Anticlinale unterhalb des Felisidan-tau konnte einige Annäherung wahrgenommen werden.

Wieder muss die Verlängerung der Axen in Betracht gezogen werden. Zweierlei Falten trennen sich scharf. Die einen, längeren, welche hier die Hauptketten genannt wurden, ragen nicht nur gegen WNW. bis NNW. weit über die anderen hinaus,

die Virgation bildend, sondern Hindu-kush zeigt uns ein Beispiel, in welchem das schwächere westliche Ende gleichsam ein jenseitiges Ufer erreicht und sich dann in der Sehne über den südkaspischen Bogen legt. In ähnlicher Weise überspannen in kleinerem Maasstabe die Indus-Ketten den Bogen von Sewestán. Die Grenze ist daher nur gegen die kleinere, westliche Concavität von Iran scharf; in die grosse östliche Concavität scheinen die Altaiden gleichsam einzusinken.

Man hat den nach rechts drängenden Donau-Strom, welcher durch mehrere felsige Engen festgehalten ist und zwischen denselben seine Bogen vollzieht, mit einer aufgehängten Kette verglichen. Das Bild mag auch für den Hindu-kush als Vergleich, nicht als Erklärung, dienen. Aber der Vergleich passt in noch höherem Grade für die Zwischenketten des Amu-darja, welche den Eindruck geben, als sei ursprünglich im Osten die gebirgsbildende Kraft mit bedeutender Macht und in normaler Richtung thätig gewesen und habe später, bei dem Fortwachsen der Anticlinalen, in einer bestimmten, durch die Lage des Knie's angezeigten Phase sich vermindert, dabei die abweichende, mehr gegen SSW. und SW. gerichtete Weiterbildung der Anticlinalen gestattend. Diesem Vergleiche folgend, würde dann gesagt werden, dass die jüngeren, westlichen Theile der Zwischenketten frei herabhängen, wie z. B. vom Eisernen Thore bei Derbend gegen Kelif.

Nach dem Gesagten dürfte eine weitere Besprechung der nördlicheren Theile der Virgation kaum nöthig sein. Man sieht, dass die ‚verlorenen' Falten im Süden des Balchasch aus der vorwiegenden Entwicklung sei es der O.- oder der W.-Hälfte eines der Dachziegel-Bogen hervorgehen, dass der einspringende Winkel des Kara-tasch an der Südseite des Utsch-kara eine Wiederholung der Lage am Oberlaufe des Aryss und des Karsch ist, dass der Graben des Ebi-nor entsteht durch Disjunctiv-Linien im Sinne der W.-Hälfte eines solchen Bogens, welche die O.-Schenkel eines anderen Bogens im dsungarischen Ala-tau durchqueren u. s. w.

Der Hindu-kush, als der südlichste dieser Aeste, schneidet die Richtung des Saféd-kóh, nähert sich sehr der Richtung des

äusseren Bogens von Iran, legt sich aber quer über den südkaspischen Bogen. Die iranischen Bogen zeigen im Osten wie im Westen durch das Hervortreten älterer Felsarten eine beträchtliche Intensität der Faltung an, während in der Mitte nur jüngere Sedimente sichtbar sind. Hindu-kush sammt den Zwischenketten und dem ganzen südlichen Theile der Virgation zeigen nur im Osten grössere Intensität und ein auffallendes Nachlassen derselben in westlicher Richtung.

Die nördlichen Aeste des Tian-shan entwickeln sich frei bis zur Begegnung mit der nördlichen Fortsetzung des Kaschgarschen Gebirges und des Mustag-ata. Dann fliessen seine Falten an der Westseite des Jarkend-Bogens in ähnlicher Weise herab, wie die Falten des Nan-shan an der Ostseite dieses Bogens. Die Region dieses Herabfliessens an der Westseite stimmt aber nach den jetzt vorliegenden Beobachtungen noch weit genauer mit dem Meridian der Schaarung am Jhelum überein, als bisher vorausgesetzt werden konnte (I, 576).

Das heutige Asien. Der Schluss der Analyse des östlichen Eurasien ist erreicht. Bald wird sich ergeben, dass asiatische Faltung nicht etwa nur auf der Linie Kopet-dagh—Balchan—Kaukasus Europa erreicht, sondern dass überhaupt vom Eismeere bis zum Mittelmeere keine natürliche Grenze zwischen dem östlichen und dem westlichen Eurasien besteht. Aber trotz dieser tektonischen Untrennbarkeit bildet das heutige Asien, namentlich in seiner Bedeutung für alle Zweige des organischen Lebens, eine so mächtige Einheit, dass es sich wohl verlohnt, einen Blick auf diesen heutigen Zustand zu werfen.

Grosse Meister haben diess versucht, Al. v. Humboldt ausgehend von den Gebirgen, F. v. Richthofen von den Ebenen, W. Muschketow unter Hervorhebung der späten Verbindung des turanischen (aralo-kaspischen) Meeres mit dem Jarkend-Gebiete.

Die heutigen Erfahrungen gestatten, das historische Element in etwas höherem Grade in die Betrachtung der Gegenwart einzuführen.

Zuerst sieht man, dass alle alten Gebiete gut ausgebildete Flussnetze besitzen und offenen Abfluss zum Meere.

Diess gilt in gleicher Weise vom Gondwána-Lande auf der indischen Halbinsel, wie von der sinischen Scholle und von dem älteren Theile des Angara-Festlandes, vom Haupte der Selenga bis zum Eismeere. Allenthalben kommen in diesen alten Gebieten die grossen Flüsse weit aus dem Hochgebirge herab und dort arbeiten die Wässer rückschreitend an der Erweiterung dieser Gebiete, wie R. Oldham an der Steilheit der Südseite der Himálaya-Pässe gezeigt hat.[80]

Den Begriffen ‚central' und ‚peripherisch', wie sie Richthofen für Asien geschaffen hat, kann man zwei Symbole zur Seite stellen, nämlich Salz und Kohle. Salz, zugleich auch Gyps, bedeutet die Abflusslosigkeit oder die centrale Lage, und Kohle, wo sie wie in Asien in weiten Süsswasserbecken gebildet wurde, bedeutet den offenen Abfluss, denn ohne solchen würde auf die lange Dauer keine Ansammlung von Wasser ihre normale Beschaffenheit behaupten können.

In dem indischen Bruchstücke des Gondwána-Landes fehlen Salz-Ablagerungen ausserhalb der Salzkette; dort gehören sie einem frühen Abschnitte der palaeozoischen Epoche an. Mindestens seit Unter-Gondwána herrschen auf der Halbinsel Süsswasser-Bildungen. Die grossen Gräben, welche nach Unter-Gondwána quer über das Land ziehen, ändern dieses Verhältniss nicht; die mesozoischen Transgressionen bleiben auf die Ränder beschränkt und seit der Zeit der Glossopteris Browniana konnte, allerdings unter mancherlei Abänderungen, das Flussnetz sich ausbilden.

In der Mitte des Angara-Landes ist es nicht anders. Die Salzablagerungen am Wilui werden für untersilurisch gehalten, jene von Minussinsk gehören dem Ober-Devon, vielleicht noch dem Culm an und sind die jüngsten. Von der Zeit der letzten Lepidodendren, welche hier als die Zeit der tungusischen Flora bezeichnet wurde und welche Unter-Gondwána nahezu gleichstehen mag, bis zur Gegenwart sieht man auf der ostsibirischen Tafel und auf dem alten Scheitel kein Salz, wohl aber Kohle und nur Ablagerungen des süssen Wassers. Die mesozoischen Transgressionen des hohen Nordens vermögen nicht eine dauernde Störung dieser Verhältnisse herbeizuführen. Der Ob, auf

jüngeren Sedimenten fliessend, ist in dem jetzigen Zustande ein jüngerer Fluss, aber die Bedingungen zur Ausbildung des Flussnetzes sind in ganz Sibirien und der nördlichen Mongolei ebenso ausserordentlich alt, wie auf der indischen Halbinsel. Stromschnellen sind aus diesem Grunde selten, ausser dort, wo sie, wie in der Angara, durch basaltische Laven herbeigeführt werden. Die Annahme, dass Selenga und Angara derselbe Fluss, und dass der Baikal-See jünger sei als beide, steht hiemit im Einklange.

Im Osten, und selbst dort wo z. B. der Amur den Kleinen Chingan durchschneidet, ist die Sachlage nicht wesentlich verschieden. Es ist zwar jüngere Faltenbildung eingetreten, aber wir wissen, dass die Ebenen am Amur gleichfalls nur zum geringsten Theile von den arktischen Transgressionen erreicht werden, und dass sie im Gegentheile, sowie die Ebenen der Mandschurei, von Süsswasserbildungen erfüllt sind, welche wenigstens bis zur Zeit des Asplenium Whitbyense zurückreichen. Diese Süsswasserbildungen erreichen sogar das heutige Meeresufer. Iwanow beschreibt tertiäre, braunkohleführende Schichten, welche in vereinzelten Schollen vom See Chanka gegen SSW. in einer Höhe (465 M.), welche die heutige Wasserscheide übersteigt, sich bis zum Ocean erstrecken.[81] Auch auf den japanischen Inseln ist die mesozoische Reihe noch von Süsswasserablagerungen unterbrochen.

Auch im Osten war daher der Erosion eine sehr lange Zeit gegeben.

Alle alten Festlands-Massen tragen heute die Merkmale peripherischer Gebiete. Hier ist überall Kohle jünger als Salz. Aber die pflanzenführenden Schichten der Angara-Serie reichen auch in Gegenden, welche heute vom Meere abgeschlossen sind. Vorkommnisse dieser Art erstrecken sich bis an den Nordrand der Tethys, z. B. am Südrande des Jarkend-Beckens, und in die turanische Region, z. B. am Syr-darja. Diese Gebiete waren einmal peripherisch; ob sie es im Sinne eines Abflusses gegen die Tethys gewesen sind, wird sich nicht immer erweisen lassen; heute sind sie central geworden. Wir erreichen Gegenden, in welchen Salz jünger ist als Kohle.

Zwei Ereignisse beeinflussen auf das Tiefste die Geschichte des heutigen Welttheiles, nämlich die Ausbildung der langen Faltenzüge der Altaiden und das erneute Eintreten des Meeres im Westen. Der letztere Umstand gibt dem Westen, dem wichtigsten von Richthofen's ‚Uebergangsgebieten', eine Geschichte für sich.

Die Tethys erlangt hier über Turan und Theile von Iran eine nachträgliche grosse Erweiterung, welche im Lias mit Schwankungen beginnt, aber gegen die Mitte des braunen Jura solche Ausdehnung gewinnt, dass an der Westseite des Ural ein Arm bis in das Gebiet des heutigen Eismeeres reicht und dieses quer über Eurasien mit dem indischen Ocean verbindet. Die mittelcretacische Transgression greift tief in das Gebiet des heutigen Tian-shan; über die Linie des heutigen westlichen Hindu-kush besteht Verbindung mit Iran. Noch zur Eocän-Zeit erstreckt sich dieses Meer bis in das Gebiet des Jarkend-darja, und oligocäne Meeresablagerungen erreichen über Turgai an der Ostseite des Ural den hohen Norden. Um diese Zeit ist der ganze Westen, soweit ihn nicht das Meer bedeckt, peripherisch. Dann wird dieses Meer abgeschlossen und es verdunstet.

Der Beginn der grossen Salzbildung ist kaum festzustellen. Sie dauert bis in den Schlier und den Beginn der zweiten Mediterranstufe, und um diese Zeit reicht' eine salzreiche und unter dem normalen Meeresspiegel liegende Wasserfläche von der mittleren Donau bis weit nach Osten, vielleicht bis Garm am Pandsch, vielleicht sogar bis an den Rang-kul des Pámir und an den Pass Baroghil. Dann beginnen wieder die Anzeichen einer Verbindung mit dem Ocean; Pecten denudatus auf der Halbinsel Kertsch ist noch während oder unmittelbar vor der Salzbildung ein solches erstes Zeichen; in noch höherem Maasse sind es die Spaniodon-Bänke aus der Zeit der zweiten Mediterranstufe am Karaboghás, in noch höherem die sarmatischen Schichten des Ust-urt. Dann schliesst sich neuerdings diese Verbindung und sie bleibt geschlossen bis zum heutigen Tage.

Die Mitte und der Osten Asien's besitzen keine jüngere Salzbildung von dieser Art. Die Gyps- und Salzablagerungen

der Gobi sind, soweit sie bisher bekannt wurden, nicht durch Abtrennung von Theilen eines Oceans, sondern auf umgrenzten Flächen durch die Verdampfung zufliessender süsser Binnenwässer erzeugt. Die bisher in ihnen gefundenen Säugethier-Reste weisen zunächst auf Verwandtschaft mit der Sewalik-Fauna, d. i. auf eine Zeit, welche jünger ist als die sarmatische Stufe und folglich jünger als die Zeit der grossen Salzbildung im Westen. Aber auch hier ist die Zeit des Beginnes unbekannt. Alle Gobi-Salze liegen in Räumen, welche von Gebirgsbogen umspannt sind. Hier im Osten hat die Ausbildung der Altaiden eine maasgebende Rolle gespielt, während im Westen die Transgression des Meeres und ein entfernter, wahrscheinlich tektonischer Abschluss entscheidend waren.

Der Einfluss der Gebirgsbogen ist im Allgemeinen ein sehr verschiedener gewesen. Die Bogen des Himálaya sind von zahlreichen Querthälern durchbrochen; der benachbarte iranische Randbogen ist dagegen völlig geschlossen. Obwohl eine tieferliegende Ursache vorhanden zu sein scheint, wird doch auf diesen Umstand hier weniger Gewicht gelegt, weil in Iran die weite Entfernung jedes eisbedeckten Hochgebirges und die klimatische Verschiedenheit eingewendet werden könnten.[82]

In dem Baue und der Geschichte Asien's lassen sich daher nacheinander folgende Einzelheiten unterscheiden: zuerst der alte Scheitel mit der cambrischen Tafel, die sinische Scholle von Ordos bis Korea und das indische Bruchstück des Gondwána-Landes; — hierauf der Jarkend-Bogen; — dann der jüngere Scheitel mit den Altaiden, welche im Osten wie im Westen am Jarkend-Bogen schaaren und gleichzeitig sich weiter ausbilden, im Osten ausströmend bis zur Virgation der Philippinen und bis zur Banda-See, im Westen sich öffnend in der Virgation des Tian-shan und eintretend nach Europa, im Südosten verschmelzend mit dem burmanischen Bogen, im Südwesten sich ziemlich nahe verbindend mit dem iranischen Bogen. Zwischen beiden durch den indischen Horst getrennten Theilen wird in Fortsetzung des Jarkend-Bogens der Himálaya aufgebaut.

Die schichtförmigen Decken, welche an diesem Baue theil-

nehmen, sind, abgesehen von den vorcambrischen Felsarten und von den vulcanischen Ergüssen oder Tuffen, von viererlei Art, und zwar: 1. Normale Meeresbildungen; 2. Bildungen in abgetrennten und verdampfenden Meerestheilen (Salz der Salzkette, am Wilui, von Minussinsk, in Iran und Turan); 3. Limnische Transgressionen (II, 312), dargestellt durch grosse Flächen von süssem Wasser (Culm im Tannu-ola, Kohlenbecken von Kusnetzk, Angara-Serie an der Angara, steinigen Tunguska, in den Ebenen des Amur und der Mandschurei u. s. w., tertiäre Lignite von West- und Ost-Sibirien u. s. w.); 4. Wüstenbildungen. Die Gobi-Ablagerungen mit ihrer rothen Farbe, den Anhäufungen der Bel's, den örtlichen Vorkommnissen von Salz und Gyps bieten ein treffliches Vorbild zum Verständnisse des Rothliegenden in Europa.

Die Umrisse der transgredirenden Meere fügen sich in die jeweilige Gestalt der Oberfläche, welche beeinflusst ist durch Gebirgsbildung, durch allgemeine Abtragung, durch die Lage von Flussthälern und andere Umstände. Für die Umrisse der limnischen Transgressionen gelten ähnliche, für jene der Wüstenbildungen aber ganz andere Bedingungen, weil die letzteren weit unabhängiger sind vom Relief. Jene Umrisse des festen Landes, welche bedingt sind durch Einbruch der Meere, bleiben im alten Gebirge unabhängig vom Streichen der Falten, wie der Umriss der indischen Halbinsel zeigt. Einbrüche in jüngeres Gebirge fügen sich oft den streichenden Disjunctiv-Linien, wie das ochot'sche Meer und Sichota-alin beweisen.

Das Taimyr-Land und der Werchojan'sche Bogen sind hiebei vorläufig ausser Acht gelassen.

Anmerkungen zu Abschnitt VII: Der Jarkend-Bogen, Iran und Turan.

[1] K. J. Bogdanowitsch, NW.-Tibet, Kuen-lun u. Kaschgarien; Isw. russ. geogr. Ges. 1891, XXVII, p. 480—504; ders., Geol. Untersuchungen in O.-Turkestan (Arbeiten der tibetan. Expedition unter Führung von M. W. Piewtzow, Bd. II), herausgg. v. d. russ. geogr. Ges. 1892, 4^0, Karten, r.; ders., Bemerkungen üb. d. Kuen-lun; Isw. russ. geogr. Ges. 1894, XXX, S. 374—400, Karte; ders., Einige Bemerkungen üb. d. System d. Kuen-luu, Mittheil. d. geogr. Ges. Wien, 1895, XXXVIII, S. 497—526, Karte; vgl. ferner G. Wegener, Versuch einer Orogr. d. Kuen-luu, Inaug.-Diss., 8^0, Marburg, 1891, Karte: ders., Die Entschleierung d. unbekanntest. Theile von Tibet u. die tibetan. Centralkette (in: Festschrift f. Ferd. Freih. v. Richthofen, Berlin 1893), S. 387—418, u. K. Futterer, Die allg. geol. Ergebnisse d. neuer. Forschungen in Zentral-Asien u. China; Peterm. Mitth. Ergänzgsheft Nr. 119, 1896, Karte, insb. S. 6 u. folg.

[2] Beiträge z. Stratigr. Central-Asien's auf Grund d. Aufsamml. v. F. Stoliczka u. K. Bogdanowitsch; Denkschr. Akad. Wien, 1894, LXI, S. 431—465; F. Frech, S. 445 u. folg.

[3] Ebendas. S. 452.

[4] Beiträge u. s. w. Frech, S. 454, u. C. Diener, Himâlayan fossils: Permian foss. of the Productus-shales of Kumaon and Gurhwal; Palaeont. Ind. Ser. XV, vol. I, pt. 4, p. 31, 54.

[5] Bogdanowitsch in Piewtzow, II, p. 59 u. folg.

[6] Bogdanowitsch, Ebendas. Profil 4.

[7] Beiträge u. s. w., S. 458, Mojsisovics Perm mit Xenodiscus von Woabjilga; S. 462 Uhlig Kelloway vom ob. Karakash. Ferner ist Trias durch die Heterastridien am Karakorum vertreten; von diesem Passe kennt man Belemniten.

[8] Bogdanowitsch in Piewtzow, p. 83; vgl. insb. Karte B; Bolun u. Tachtakorum liegen tief im Gebirge gegen den Mustag hin.

[9] D. Iwanow, Reise in d. Pamir; Isw. russ. geogr. Ges. 1884, XX, p. 44.

[10] Nicht für W.-Kuen-lun, wohl aber für Mustag-ata (die meist als Kyzyl-yart bezeichneten Gebirge) findet sich diese Auffassung schon in Richthofen, China, I, Karte zu S. 272. — Lord Curzon's Karte des Pâmir (Geogr. Journ. 1896, VIII, p. 96) lässt deutlich die Lage der genannten Punkte erkennen; die ebendas. p. 33 hervorgehobene Selbständigkeit und abweichende Beschaffenheit des Taghdumbash Pâmir beruht auf den eben geschilderten Eigenthümlichkeiten des Baues. — Für Mount Godwin-Austin's Höhe Walker, Geogr Journ. 1894, III, p. 339, u. Godwin-Austin ebendas. p. 431.

[11] Sven Hedin, Forschungen üb. die phys. Geogr. des Hochlandes von Pámir im Frühjahre 1894; Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1894, XXIX, S. 289—346, Karten; dess. Die Gletscher des Mustag-ata; ebendas. 1895, XXX, S. 94—134, Karten, und: Der kleine Kara-kul u. Bassik-kul; Peterm. Mitth. 1895, LXI, S. 87—92, Karte.

[12] C. L. Griesbach, Geol. of the Central-Himálaya's; Mem. Geol. Surv. Ind. 1891, XXIII, Karten. Für allgemeine Fragen dieser Art z. B. R. D. Oldham, Age and origin of Himálaya; Geol. Mag. 1891, p. 8 u. p. 70 und C. A. Mc. Mahon, The Geol. History of the Himálayas; Proc. Geol. Assoc. 1895, XIV, p. 80—96.

[13] C. L. Griesbach, Notes on the Central-Himálaya's; Rec. Geol. Surv. Ind. 1893, XXVI, p. 19—25, Karte; C. Diener, Ergebn. einer geol. Expedition in den Central-Himálaya von Johar, Hundes u. Painkhanda; Denkschr. Akad. Wien, 1895, LXII, S. 533 bis 607, Karten; dess. Notes on the geol. Structure of the Chitichun Region; Mem. geol. Surv. Ind. 1898, XXVIII, p. 1—27.

[14] A. v. Krafft. Stratigraph. Notes on the Mesozoic Rocks of Spiti; Gen. Report Geol. Surv. of India, 1899—1900, p. 204.

[15] La Touche, Rediscovery of Nummulites in Zánskár; Rep. Geol. Surv. Ind. 1858, XXI, p. 160—162; Singhe Lá = 33° 58′ n. Br., 76° 58′ ö. L.

[16] C. A. Middlemiss, Phys. Geol. of West. Brit. Garwhal; Rec. Geol. Surv. Ind. 1887, XX, p. 26—40, Karten; auch dess. Cryst. and Metam. Rocks of the low. Himálaya, Garwhal and Kumaun; ebendas. p. 134—143; p. 142: ‚a quaquaversal thrustplane round the Kalogarhi centre, in post-nummulitic limestone'.

[17] C. J. Griesbach, The Geol. of the Saféd Kóh; Rec. Geol. Surv. Ind. 1892, XXV, p. 59—109; vgl. hiezu Antl. d. E. Bd. I, T. IV.

[18] C. S. Middlemiss, The Geol. of Hazara and the Black Mountain; Mem. Geol. Surv. Ind. 1896, XXVI, 302 pp., Karte.

[19] A. B. Wynne, The Trans Indus Salt Region in the Kohát District; Mem. Geol. Surv. Ind. 1873, XI, p. 105—226; dess. Note on the tert. Zone and underlying rocks in the NW. Panjáb; Rec. Geol. Surv. Ind. 1877, X, p. 107—132, Karte, und dess. Further Notes on the Geol. of the Upper Punjab; ebendas. 1879, XII, p 114—133, Karte; W. Waagen, Profil vom Kabul-Flusse über Kushialgurh bis Kalabagh, in: Salt Range fossils IV, Palaeont. Indica, Ser. XIII, 1898, p. 13 u. folg. Eine Karte des östlichen Safed Koh bis in den Meridian von Kohát gibt Holdich, Tirah; Geogr. Journ. 1898, XII, p. 337.

[20] H. H. Hayden, On the Geol. of Tirah and the Bazar Valley; Mem. Geol. Surv. Ind., 1898, XXVIII, p. 95—117.

[21] Waagen, Ebendas. p. 28 u. 32.

[22] F. H. Smith, On the Geol. of the Tóchi Valley; Records, 1895, XXVIII, p. 106—110; H. H. Hayden, On some igneous Rocks from the Tóchi Valley; ebendas. 1896, XXIX, p. 63—69.

[23] T. La Touche, Geol. of the Sherani Hills; Records, 1893, XXVI, p. 77—96, Karte. Hier auch p. 93 einige werthvolle Bemerkungen über die Schaarung im Norden.

[24] R. D. Oldham, Rep. on the Geol. and econom. Resources of the Country adjoining the Sind-Pishin Railway betw. Sharigh and Spintangi; Rec. 1890, XXIII, p. 93—110, Karte; dess. Rep. on the Geol. of Thal Chotiali and part of the Mari Country; ebendas. 1892, XXV, p. 18—29, Karte; Griesbach, On the Geol. of the Country betw. the Chappar Rift and Harnai in Baluchistán; ebendas. 1893, XXVI, p. 113—147, Karte.

[25] Fr. Noetling, The Fauna of the Kellaways of Mazár Drik; Paleont. Ind. Ser. XVI. Baluchistán, Part I, 1896, und vorläufiger Bericht über Western Mari Hills and Zhob Valley in Gen. Report for 1898—99, p. 50—63.

[26] Didymites afghanicus; Edm. v. Mojsisovics, Beitr. z. Kenntn. der obertriadischen Cephalopodenfaunen des Himálaya; Denkschr. Akad. Wien, 1896, LXIII, S. 611. Das Stück war von Hrn. Griesbach eingesendet.

[27] Griesbach, Mem. Geol. Surv. Ind. 1881. XVIII, part I, insb. p. 4—9.

[28] E. Vredenburg, Baluchistan Desert; Gen. Report Geol. Surv. Ind. 1898—99, p. 63—68, u. 1899—1900, p. 50—52. Eine übersichtliche Darstellung der Falten geben die Karten von T. H. Holdich, The Perso-Baluch Boundary; Geogr. Journ. 1897, IX, p. 416—422, u. dess. An orographic Map of Afghanistan and Baluchistan; ebendas. 1900, XVI, p. 527—531, Karte.

[29] C. A. Mc. Mahon, The southern borderlands of Afghanistan; Geogr. Journ. 1897, IX, p. 393—415, Karte; ders. u. A. H. Mc. Mahon, Notes on some volcanic and other rocks, which occur near the Baluchistan-Afghan frontier between Chaman and Persia; Quart. Journ. geol. Soc. 1897, LIII, p. 289—309, Karte; Thom. H. Holland, An Account of the Geol. specim. collected by the Afghán-Balúch Boundary Commiss. of 1896; Rec. Geol. Surv. Ind. 1897, XXX, p. 125—129, Karte; auch ebendas. p. 252, 253.

[30] C. L. Griesbach, Notes on the earthquake in Balúchistán on the 20. Dec. 1892; Rec. 1893, XXVI, p. 57—61.

[31] P. Molesworth Sykes, Recent Journeys in Persia; Geogr. Journ. 1897, X, p. 568—597; auch Note in Quart. Journ. 1897, LIII, p. 292, 293; Vredenburg, p. 67 bringt nähere Angaben über die jüngeren Vulcane.

[32] A. F. Stahl, Reisen in Nord- u. Central-Persien; Peterm. Mittheil. 1895, Ergänzgsheft Nr. 118, u. dess. Zur Geol. von Persien; Geognost. Beschreib. v. Nord- u. Central-Persien; ebendas. 1897, Ergänzgsheft Nr. 122.

[33] Eine gute Uebersicht bei Frid. Krasser, Ueb. die foss. Flora der rhätischen Schichten Persiens; Sitzungsber. Akad. Wien, 1891, C, S. 413—432; für die weitere Verbreitung die Karte von Pompeckj, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1897, XLIX, S. 828.

[34] Stahl, am ang. Orte S. 63 u. 68.

[35] A. Rodler, Bericht üb. eine geol. Reise in W.-Persien; Sitzungsb. Akad. Wien, 1889, XCVIII, S. 28—39, u. Brief aus Sultanabad, Anzeig. Akad. Wien, v. 18. Oct. 1888; eine Karte der Bachtyaren, auf welcher die strenge NW.-Richtung dieser Ketten hervortritt, gibt Sawyer, Geogr. Journ. 1894, IV, p. 481 u. folg. Auch hier werden Granit-Vorkommnisse erwähnt und sogar ein junger Vulcan.

[36] F. Frech u. G. v. Arthaber, Ueber das Palaeozoicum in Hocharmenien u. Persien, mit einem Anhange über die Kreide von Sirab in Persien; Waagen u. Arthaber's Mittheil. Palaeont. Institut. Universit. Wien, 1900, XII, S. 157—308.

[37] Stahl, am ang. O. Peterm. Ergänzgsheft Nr. 122, vgl. insb. S. 19, 42 u. Profil Nr. VIII.

[38] Hj. Sjögren, Om bildningen af Kaspiska hafvets bäcken; Geol. fören. Forhandl. Stockholm, 1888, X, p. 49—74.

[39] J. Valentin, Bericht üb. meine Reise nach Tiflis u. die Theilnahme an d. Radde'schen Exped. in den Karabagh-Gau; Ber. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M., 1891, S. 159—239, Karte; insb. S. 197. Für die benachbarten hohen Vulcane auch H. Sjögren, Beitr. z. Geol. des Berges Savelan im N. Persien; Verhandl. russ. miner. Gesellsch. 1888, 2. ser. XXIV, S. 36—66.

[40] J. W. Muschketow, Kurze Skizze d. geolog. Zusammensetzung von Transkaspien; Verh. mineral. Ges. S. Petersburg, 1891, 2. ser., XXVIII, p. 391—429, Karte, r.

[41] G. N. Curzon, The Pamirs and the Source of the Oxus; Geogr. Journ. 1896, VIII, p. 15—54, 97—119, 239—264, Karte.

[42] W. T. Blanford, Scientif. Results of the Yarkand Mission, based upon the coll. and notes of the late F. Stoliczka; Geology; 4°, Calcutta, 1878, p. 38 u. folg.

[43] C. L. Griesbach, Field-notes from Afghánistán, Nr. 4, from Túrkistán to India; Rec. geol. Surv. Ind. 1887, XX, p. 17—26.

[44] P. B. Lord, Some account of a Visit to the Plain of Koh-i-Damán, the mining District of Ghorband and the Pass of Hindu Kúsh; Journ. Asiat. Soc. Bengal, 1838, VII, p. 521—537; insb. 525—529.

[45] Insb. in Field-notes, Nr. 3, ebendas. 1886, XIX, p. 235 u. folg. u. Field-notes

Nr. 5 to accompany a Geol. Sketch Map of Afghanistán and N. E. Khorassan; ebendas. 1887, XX, p. 93—103, Karte.

46 Griesbach, Field-notes, Nr. 2; ebendas. 1886, XIX, p. 50 u. folg.

47 Ders., Ebendas. p. 64.

48 In der Bezeichnung dieses Gebirges folge ich einem Briefe, welchen Hr. Griesbach nach dem Erscheinen des ersten Bandes dieses Buches am 3. August 1886 vom Camp Shadián, S. von Balkh, an mich gerichtet hat. Derselbe lautet: ‚Der classische Name Paropamisus hat heutzutage gar keine Bedeutung mehr. Herodotus bezeichnete mit demselben alle Gebirge zwischen Persien u. Ghazni. Aus einem mir unbekannten Grunde haben einige unserer indischen Kartographen den Gebirgszug, welcher das Herat-Thal von Badghis scheidet, mit dem Namen Paropamisus belegt. Aus Mangel eines besseren Namens habe ich vorläufig in meinen bisher veröffentlichten Reise-Notizen diese Bezeichnung beibehalten, sie wird aber wohl schliesslich von unseren Karten ganz verschwinden. Die Bewohner des Herat-Thales kennen keinen allgemeinen Namen für dieses Gebirge; die mächtigste Section desselben ist jedoch als der Band-i-Baba bekannt. Die Turkomanen von Pandjeh nennen das ganze Gebirge Bárkhat Dágh und die Russen wählten diese letztere Bezeichnung für ihre Karten. Wenn irgend eine der Ketten den alten Namen Paropamisus behalten sollte, so wäre es am passendsten, die mächtige Wasserscheide von Afghanistan damit zu bezeichnen — wenn selbe nicht bereits eine gute Definition besässe. Aber die kleine Anticlinale, welche bei Sarachs vorbeiläuft, kann keinen Anspruch auf diesen alten Namen besitzen.‘

49 Griesbach, Field-notes Nr. 2, p. 56, 58.

50 Houtum Schindler, The Turquoise Mines of Nishapur; Rec. geol. Surv. Ind. 1884, XVII, p. 132—142; ders., Die Gegend zwisch. Sabzwâr u. Mesched in Persien; Jahrb. geol. Reichsanst. Wien, 1886, XXXVI, S. 304—314; K. Bogdanowitsch, Vorläuf. Bericht üb. die orogeolog. Untersuchungen in der Berggegend des transkasp. Gebietes u. N.-Persiens; Bull. com. géol. 1887, VI, p. 66—104 (eine deutsche Uebersetzung der wichtigsten auf den Kopet-dagh bezüglichen Stellen bei Radde, Transkasp. u. N.-Chorassan, Peterm. Mitth. Ergänzungsheft Nr. 126, 1898, S. 5—7); ferner Bogdanowitsch, Note üb. die Geologie des mittl. Asien; Verh. Min. Gesellsch. S. Petersb., 1889, XXVI, 192 pp., r.; ferner dess. Beitrag zur Hypothese der Abgleitung (Reyer) im Sakaspinsk. Lande; Isw. russ. geogr. Ges. 1895, XXX, p. 27—34, u. Muschketow's Kurze Skizze u. s. w.

51 Muschketow, Kurze Skizze, p. 31, 39.

52 Es ist mir nicht gelungen, zu einer bestimmten Meinung über den Bau des grossen Bogdo zu gelangen; die vorliegenden Angaben deuten sehr verschiedene Richtungen des Fallens der Schichten an; im Ganzen dürften recht verwickelte Verhältnisse herrschen. Die Linie vom grossen zum kleinen Bogdo streicht XNO.; manche abweichende Fallrichtungen können möglicherweise durch Gyps-Senkungen veranlasst sein. Tschernyschew hat den überraschenden Nachweis geliefert, dass ein Theil des Gypses unter ober-jurassischen oder untercretacischen Sedimenten liegt. Von den Schriften über diesen Gegenstand mögen genannt sein: J. B. Auerbach (herausgg. v. Trautschold); Das Bogdo-Gebirge; Sapisk. russ. geogr. Ges. 1871, IV, p. 1—81; und T. Tschernyschew, Einige Angaben üb. d. geolog. Bau der Steppe von Astrachan; Bull. com. géol. 1888, VII, p. 221—232. Der grosse Bogdo liegt in $46^0\,51'\,52''5$ O. Greenw., der kleine Bogdo in $47^0\,4'\,30''$, Tschaptschatschi in $47^0\,55'\,28''5$ u. Bisstschocho in $48^0\,47'\,3''$.

53 N. Andrussow, Ein kurzer Bericht über die im J. 1887 im transkasp. Gebiet ausgeführten geol. Untersuchungen; Jahrb. geol. Reichsanst. 1888, XXXVIII, S. 265—280; W. P. Semenow, Fauna d. jurass. Ablagerungen von Mangyschlak u. Tuar-Kyr; Trudi naturf. Ges. S. Petersb. 1896, XXIV, Nr. 2, u. dess. Fauna der Kreide-Ablagerungen von Mangyschlak u. einigen Orten Transkaspien's; ebendas. 1899, XXVIII, Nr. 5.

54 G. Romanowski, Material. z. Geol. von Turkestan; S. Petersb., 4°, I, 1880, S. 43 u. folg.

55 Denkschr. Akad. Wien, 1894, LXI, S. 463—465; A. Koch, Ueb. das Vorkomm. u. die Verbreitung der Gryphaea Eszterházyi Páv.; Földt. Közl. 1896, XXVI, S. 324—330 u. (deutsch) S. 360—366.

56 C. v. Vogdt, Ueb. die Obereocän- u. Oligocän-Schichten der Halbinsel Krim; Verh. geol. Reichsanst. Wien, 1889, S. 289—295.

57 N. Andrussow, Ueb. d. Alter der unteren dunklen Schieferthone auf d. Insel Kertsch; Verh. geol. Reichsanst. Wien, 1885, S. 213—216; dess. Geotektonik der Halbinsel Kertsch; Mat. z. Geol. Russl. 1893, XVI, p. 65—336, Karte; insb. p. 160; dess. Bemerkungen üb. das Miocän der kaspischen Länder; Bull. com. géol. 1899, XVIII, p. 340—369 u. an and. Ort.

58 C. Depéret et R. Fourtau, Sur les terrains néogènes de la Basse-Egypte et de l'isthme de Suez; Comptes rend 1900, CXXXI, p. 401—403.

59 W. Obrutschew, Vorläuf. Bericht über geolog. Beobachtungen im Transkasp. Gebiete im J. 1886; Bull. com. géol. 1887, VI, p. 155—224; insb. p. 194 u. folg.

60 D. L. Iwanow, Kurzer Abriss der geolog. Beobachtungen am Pámir; Verh. mineral. Gesellsch. S. Petersb. 1885, XXII. p. 3. auch ders.: Reise in den Pámir; Isw. russ. geogr. Ges. 1884, XX, insb. p. 44 u. folg.

61 Romanowski, Material. II, 1884, p. 26, r.

62 J. W. Muschketow, Turkestan: I, 8°, Petersb. 1886: mit einer geol. Karte in 6 Blättern von Romanowski u. Muschketow.

63 Griesbach, Records, 1886, XIX. p. 257, 260.

64 Iwanow, Kurzer Abriss, p. 20.

65 A. v. Krafft, Geol. Ergebnisse einer Reise durch das Chanat Bokbara; Denkschr. Akad. Wien, 1900, LXX, S. 49—72, Karte; u. dess. Mittheil. üb. das ost-bokharische Goldgebiet; Zeitschr. prakt. Geol. 1899, S. 37—43. W. Rickmer-Rickmers, Travels in Bokhara; Geogr. Journ. 1899, XIV, p. 596—620, Karte; der letztere ist von A. v. Krafft begleitet gewesen. Hr. v. Krafft hat die besondere Güte gehabt, mir seine Karten zu übergeben, welche im Westen noch einige weitere Eintragungen enthalten.

66 A. Karpinski, Ein Hinweis auf das Vorkommen von permo-carb. Schichten in Darwaz; Verh. russ. min. Gesellsch. 1883, 2. ser. XVIII, S. 212—220.

67 A. Bittner, Ueber von Dr. v. Krafft aus Bokhara mitgebrachte jungpalaeoz. u. alttriad. Versteinerungen; Jahrb. geol. Reichsanst. 1898, XLVIII, S. 700—718.

68 Muschketow, Turkestan, I, p. 572.

69 Iwanow, Kurzer Abriss, p. 17 u. folg.; vgl. auch die wesentlich nach Regel's Angaben entworfenen Karten von Hassenstein; Peterm. Mitth. 1884, XXX, Taf. IV u. XIII und Lipsky, Otschet geogr. Ges. f. 1899, p. 15, 16.

70 Krafft, Geol. Ergebnisse, S. 53. Das Streichen der versenkten Kreideschollen am Mura-Passe ist SW.; wären es Falten, so könnte die Ablenkung als erwiesen betrachtet werden.

71 Muschketow, Turkestan, I, p. 560. Auch von einer Zwischenstrecke am Sengri-dag wurden alte Schiefer u. Granit gebracht.

72 Nikitin, Bull. com. géol. 1889, VIII, p. 82 u. folg. Der Punkt liegt 7 Werst NW. von Chatak.

73 Muschketow, Turkestan, I, p. 593 u. folg.

74 W. Obrutschew, Vorläuf. Bericht üb. geol. Beobachtungen in der Bucharei u. dem Kreise Serawschan; Mat. z. Geol. Russl. 1889, XIII, p. 167—184; dess. Vorkommen von Graphit u. Beryll im Gebirge Kara-tjube bei Samarkand; Verh. russ. Mineral. Ges. 1888, XXV, p. 1—8. Die südlicheren dieser Aeste werden dem Chasreti-Sultan zugerechnet. Vielleicht umfasst dieser Name den oberen Theil dieser fächerförmig divergirenden Ketten.

75 Muschketow, Geol. Expedition an die Gletscher von Serawschan im J. 1880; Isw. geogr. Ges. 1881, XVIII, p. 1—25. Von den Kreide-Ablagerungen sind hier noch nicht die Schichten mit Gr. Eszterhazyi abgetrennt.

76 Muschketow, Turkestan, I, p. 15.

77 Muschketow, Turkestan, I, p. 498 u. an and. Ort.

78 K. Futterer, Geol. Beobachtungen am Terek-Pass; Verh. Ges. Erdkunde, Berlin, Sitzung v. 15. Februar 1898.

79 Die seitliche Verlängerung der Falten hat sich im grössten Massstabe im Kuenlun von Arka-tag bis Tsin-ling-shan gezeigt. Diese Frage wird in Europa so selten erörtert, weil hier so selten freie Enden von Falten zu sehen sind, wie z. B. in den Lägeren im östlichen Theile des Jura-Gebirges und den bald zu erwähnenden Falten an der Save.

80 R. Oldham, The River-Valleys of the Himalaya's; Journ. Manchester geogr. Soc. 1894.

81 D. L. Iwanow, Gorn. Journ. 1891, III, p. 248—304; Am Meere selbst wird Kohle gegraben; Berg- u. Hüttenmänn.-Zeitung 1896, Nr. 36. Ebenso in Sachalin u. an verschiedenen Punkten der östlichen Küsten.

82 Es ist bekannt, dass Medlicott in Indien, Hayden und Powell in N.-Amerika, Tietze von Beobachtungen im Alburs und in den Karpathen ausgehend, selbständig von einander zu der übereinstimmenden Meinung gelangt sind, dass die Flusslinien älter seien als die Faltung der betreffenden Stelle, und dass ihre Erosion im Stande gewesen sei, die Faltung in dem Maasse ihrer Zunahme zu durchschneiden ‚wie die Säge den bewegten Balken durchschneidet'. Dieser Theorie der ‚Antecedenz' wurde von Emmons die Theorie der ‚Superposition', d. i. die Annahme entgegengestellt, dass das Gebirge von jüngeren Sedimenten überdeckt gewesen sei, welche heute entfernt sind. Hier ist für Kelif und Chodjent Antecedenz, für den vereinzelten Junction Peak in der Nähe des Uinta Superposition (I, 736), für das Querthal des Kysyl-su der Ueberfall und Abfluss des erloschenen See's im Alai-Thale vorausgesetzt worden. Oefters mögen es Erscheinungen des Rückschreitens sein. Bei den Querthälern in Hunza mag dem Eise eine grössere Rolle zufallen. Die Antecedenz-Theorie setzt aber voraus, dass alle Faltengebirge mit solchen Querthälern auf dem trockenen Lande entstanden seien. Sie ist mehr geeignet, die Erhaltung der Querthäler, als ihre erste Entstehung zu erklären. Es scheint wohl, dass z. B. für die Durchschneidung des kleinen Chingan durch den Amur Antecedenz seit der Zeit des Asplen. Whitbyense könnte zugestanden werden.

ACHTER ABSCHNITT.

Die Tauriden und die Dinariden.

Kleinasien. — Ostpontischer Bogen. — Gegend von Heraklea bis Amasra. — Schaarungen im westlichen Kleinasien. — Die aegäischen Inseln. — Die albanische Tertiär-Bucht. — Die Hauptzüge der Dinariden. — Durchquerung der Adria. — Idria. — Die Grenznarbe. — Karnisches Gebirge. — Transgressionen. — Jüngere Gebirgsbewegungen.

Von dem armenischen Hochlande zieht ein grosses Bogenstück durch den Taurus und vor ihm durch den Amanus zur Insel Cypern. Ein zweites Bogenstück setzt sich aus Ober-Italien durch die dinarischen Ketten zur Insel Kreta fort. Beide Stücke wurden hier unter dem Namen des taurisch-dinarischen Bogens angeführt (I, 638). Die beiden wichtigsten Elemente dieses Aufbaues, die Tauriden im Osten und die Dinariden im Westen, behaupten aber eine gewisse Unabhängigkeit, welche in einem einspringenden Schaarungswinkel sich ausprägt, der längs der Westküste Kleinasien's sichtbar ist.

In einer sehr bemerkenswerthen Schrift hat Edm. Naumann versucht, die Leitlinien des Baues von Kleinasien festzustellen. Seine Darstellung unterscheidet drei grössere Faltenbogen und Theile eines vierten. Der erste, in Nordost, ist der ostpontische Bogen; er umgürtet das südliche Ufer des Schwarzen Meeres von Osten her bis gegen Sinope. An diesen schliesst sich der westpontische Bogen, dessen südwestliche Theile (phrygische Zone) an die Innenseite des grossen dritten Bogens herantreten.

Dieser dritte ist der taurische Bogen; er umgibt die lykaonische Ebene; Cypern gehört demselben an; gegen Westen schaart er nach Naumann in einspringenden Winkeln mit Theilen eines vierten, nämlich des aegäischen Bogens.[1]

Die älteren Arbeiten von Koch, Tschihatschew und namentlich von Abich, rechtfertigen die Ausscheidung des ostpontischen Bogens. Am unteren Djorok möchte es allerdings scheinen, als ob OW. und vielleicht sogar NW. streichende Züge weit gegen West vordringen würden, aber an der linken Seite des Flusses herrscht auch hier, S. von Batum, die Richtung SW.[2]

Kreidekalk und Serpentin nehmen sehr beträchtlichen Antheil an der Zusammensetzung dieses Bogens. Oberhalb Ardanutsch darf man wohl das Thal des Djorok bis in die Nähe seiner Quellen als ein Längenthal ansehen. In dem Ehiaur-dagh, nördlich von Kelkid, liegt der nach Süden vortretende Scheitel dieses Bogens. Eine breite Zone von vulcanischen Aufschüttungen tritt, gegen Westen sich verschmälernd, vom Araxes bis gegen die Quellen des Euphrat herein. An den Quellen des Araxes selbst erhebt sich der Krater des Bingöl; viele andere hohe Vulcane ragen aus den von Kalk und Serpentin gebildeten Ketten hervor. Ablagerungen der ersten Mediterran-Stufe liegen aufgerichtet in den Thälern. Der Tschatin-(Schatin)-dagh tritt wie ein erster Sporn der gegen WSW. und SW. streichenden taurischen Faltenzüge nördlich von den Quellen des Murad hervor (I, 634). Gegen Erzerum, Mamachutan und Erzingan scheiden sich, wie es mir scheinen will, allmählich die taurischen Züge von jenen des ostpontischen Bogens.

Vom Nordosten her streicht im Buge des Halys mit der Richtung SW. nach Naumann's Angabe eine innere Zone taurischer Falten gegen den NO.-Rand der lykaonischen Niederung und bricht an diesem Rande ab. Oestlich von diesem Gebiete ragt der mächtige Argäus bei Kaisarieh empor (4000 M.), und hier beginnt die Zone von Vulcanen, welche in regelmässigem Halbkreis die Innenseite des taurischen Bogens begleitet.[3]

Von den höchsten Theilen der Hauptkette des Taurus wusste bereits Kotschy, dass sie aus Kalkstein bestehen; genauere

Nachricht verdanken wir Schaffer, welcher das Gebirge dreimal gekreuzt hat. Das nördlichste seiner Profile zieht von Bulgharmaaden gegen Südosten über den Bulghar-dagh (3145 M.) nach Gülek Boghas; das zweite über die Aidost-Kette (3550 M.) und das südlichste über den Dümbelek-Pass (2700 M.). Auf allen drei Linien sieht man am NW.-Abfalle steilgestellte Eocän- und wahrscheinlich auch Kreide-Kalke, und an der SO.- und S.-Seite des Gebirges sehr mächtige Kalksteine der I. oder II. Mediterran-Stufe, welche mit ziemlich ruhiger Lagerung, zumeist sanft vom Gebirge abfallend, vielleicht auch zu flacher Anticlinale gebogen, erstaunliche Höhen erreichen. Auf der Ostseite des Dümbelek-dagh werden solche fast horizontale Kalksteine noch in 2300 M. angetroffen. Dieser mächtige Gürtel von discordantem Kalkstein bildet Tafeln mit Karst-Oberfläche und setzt sich gegen SW. und W. weit in das Thal des Calycadnus fort.

An der Nordwest-Seite des Dümbelek zeigt sich eine selbständige Anticlinale, Karabunar-dagh, bestehend aus eocänem oder cretacischem, auch krystallinischem Kalkstein mit Serpentin und Grünschiefer; die Höhe des Aidost bietet grauen Kalkstein und schwarzen Glimmerschiefer. Aehnliche Gesteine erscheinen weiter im Norden, in der cilicischen Pforte, und durch Tschihatschew ist bekannt, dass noch weiter gegen NO., im Aladagh, Serpentin in grösserer Ausdehnung auftritt.[4]

Es ist innerhalb des gewaltigen cilicischen Taurus bisher kaum ein Gestein von höherem Alter als die Kreideformation mit Sicherheit nachgewiesen.

An den Bau dieses Gebirges knüpft sich eine ungelöste Frage. Im Grossen streichen die Gesteine allerdings, entsprechend der äusseren Gestalt der Ketten, gegen NO., parallel dem Vulcan-Zuge auf der einen und dem Amanus auf der anderen Seite. Auch ist deutlich sichtbar, dass die mediterranen Tertiär-Schichten einem in dieser Richtung gefalteten Gebirge angelagert wurden. Aber Schaffer hat gefunden, dass an mehreren Stellen, und namentlich in der Niederung zwischen dem Fusse des cilicischen Taurus und dem Amanus, längere Züge von krystallinischem Kalkstein, von hornsteinführendem Mergel, aber

auch von aquitanischen, pflanzenführenden Schichten auftreten, welche, zuweilen klippenartig hervortretend NS. streichen, abweichend von den grossen Ketten. Als ein Beispiel wird die 350 M. hohe Kalkklippe angeführt, welche den Schlossberg von Sis bildet.

Aus dem Anti-Taurus haben Russegger, Tschihatschew und Schaffer devonische Versteinerungen gebracht; Blanckenhorn hat auch am Giaur-dagh, dem nördlichsten Theile des Amanus, palaeozoische Brachiopoden gefunden. Weiter gegen SW. treten im Amanus wie im Casius (Dj. Akra) dieselben Kalkfelsen mit Gabbro und Serpentin wieder hervor, welche einen so bedeutenden Theil der taurisch-dinarischen Ketten zusammensetzen.

Die Grenze gegen das syrische Tafelland setzen wir mit Blanckenhorn in die tertiäre Bucht, durch welche der Nahr-el-kebir bei Ladakije das Meer erreicht.[5]

Das Kurden-Gebirge, sowie der kleine Höhenzug, welcher als Cap Karatasch in die Bucht von Alexandrette vortritt, gehören noch den taurischen Ketten an. Ihre Fortsetzung liegt in Cypern.[6]

Blanckenhorn hat hervorgehoben, dass im Thale des Kara-su, zwischen dem Amanus und dem Kurden-Gebirge, junge Laven und eine warme Schwefelquelle vorhanden seien und hat die Frage angeregt, ob dieses Thal nicht als eine Fortsetzung des grossen syrischen Grabens anzusehen sei. Schaffer hat den nördlichen Theil des Thales besucht und hält dafür, dass in der That der Graben bis Marasch reicht.[7]

Hier mag vorläufig die Betrachtung des taurischen Hauptbogens unterbrochen werden, und wir kehren nach dem Norden der lykaonischen Ebene zurück.

Bei Angora erwähnt Naumann eine gegen OSO. überlegte Falte, noch weiter westlich gegen Polatly horizontales Tafelland.[8] Im ganzen Gebiete des westpontischen Bogens liegen nach demselben Beobachter die eocänen Schichten horizontal.

Für die weit über 100 Kilom. lange Strecke von Heraklea bis über Amasra, welche durch das Erscheinen von Kohlenflötzen ausgezeichnet ist, besitzt man genauere Angaben von Ralli.[9]

Man sieht hier drei parallele, lange und schmale Streifen von Carbon, Culm, den unteren Kohlenkalk und Flötze des

Obercarbon umfassend. Ihre Richtung ist mehr oder minder ONO. (N. 70° O.) Das zwischen diesen Streifen liegende Gebiet besteht aus klotzigem Kalkstein, zumeist Caprotinenkalk, aber dieser ist gleichsam in das Carbon eingesunken. So oft bei dem Abbaue der Flötze der Rand eines solchen Streifens erreicht wird, trifft man in der Tiefe auf den Kalkstein, und die Flötze sind durch Verwerfung abgeschnitten. Allerdings zeigen die Flötze innerhalb dieser Streifen nicht nur einseitige steile Aufrichtung, sondern auch anticlinale Sättel. Aber die Axe der Anticlinalen folgt in so auffallender Weise dem Streichen der Verwerfungen, und zwar auch dort, wo diese hakenförmig gekrümmt sind, dass man darüber in Zweifel bleibt, welchen Antheil an der Bildung dieser Anticlinalen etwa die Schleppung an den Verwerfungen haben möchte.

Dieses ganze Revier zeigt mehr die Merkmale gesenkten, als gefalteten Landes.

Man kann auch nicht behaupten, dass die Ufer des Golfes von Ismid oder des Bosporus über den Bestand eines solchen Bogens weiteren Aufschluss geben. Dem Devon des Bosporus ist, wie Toula gezeigt hat, die untere Trias discordant aufgelagert. Die in der Trias beobachteten Schichtstellungen lassen sich kaum zu einem westpontischen Bogen fügen. Die eben erwähnte flache Lagerung der älteren tertiären Schichten setzt sich von hier bis an den Rand des Beckens von Adrianopel und noch weiter landeinwärts fort; hier liegen dieselben auf den archaischen Felsarten der Rhodope-Masse.[10]

Weit überzeugender für den Bestand eines westpontischen Bogens sind die steilgestellten Schichtfolgen, welche Naumann im Thale des Sakaria von Balaban aufwärts über Lefke und Vezirkhan antraf, aber auch ihnen folgt im Osten der mächtige tafelförmige Giöl-dagh.[11]

Nachdem derselbe vielgereiste Beobachter auch in den Bergen zwischen Kiutahia und Balikesri die südöstliche Richtung des Streichens festgestellt, werden wir anerkennen müssen, dass wenigstens die westlichen Theile eines solchen westpontischen Bogens hier sichtbar sind.

Der Olymp von Brussa ist, wie schon Verneuil und Viquesnel wussten, eine intrusive Granitmasse, umgeben von altem Schiefer und Serpentin. Nahe seinem Scheitel liegt eine Scholle von weissem Marmor mit Granaten.[12]

In die Gegend S. von der Mitte des Marmara-Meeres, beiläufig in den Meridian 28°, setzt Naumann das Gebiet der Westanatolischen Schaarung, d. i. das Zusammentreffen der westlichen Enden des westpontischen wie des taurischen Bogens mit den östlichen Enden der aegäischen Bogenstücke. Man könnte heute noch im Zweifel bleiben, ob die als westpontisch bezeichneten Gebirgstheile nicht nur innere Stücke des grossen taurischen Bogens seien. Weitere Untersuchungen, namentlich in Paphlagonien, sind zu einer Entscheidung erforderlich.[13]

Die Frage aber, ob in der Nähe der Westküste Klein-Asien's eine Schaarung vorhanden sei, ist von nicht geringer Bedeutung. Denn aus ihrer Bejahung geht hervor, dass der aegäische Einbruch ausserhalb der Tauriden liegt und nur dem westlichen, dinarischen Gebiete angehört.

Um diese Frage zu prüfen, beginnen wir im Südwesten.

Westliches Kleinasien. In einem grossen Theile des südlichen Lykien, von den hohen Kalkmassen des Massikytos (Ak-dagh) über den Susuz-dagh bis zur Südküste bei der Insel Kekowa traf Tietze das übereinstimmende Streichen ONO. bis NO. (zwischen hor. 3 und vorwaltend 4 bis hor. 5). Vielleicht erfolgt gegen das westliche Ufer des Busens von Adalia eine Aufbeugung dieses Streichens gegen Nord. In diesem Theile Lykien's sind Ablagerungen vom Alter des Schlier oder der zweiten Mediterranstufe zu Höhen von mehr als 4000 Fuss emporgetragen.[14]

Das südliche Lykien muss daher dem westlichen oder dinarischen (aegäischen) Bogen zugezählt werden, und demselben Bogen müssen wir nach Bukowski's Beobachtungen auch die Insel Rhodos hinzufügen.[15] Der cretacische Kalkstein zieht von Kreta durch Kasos[16] und erreicht mit Str. NO. den westlichsten Theil von Rhodos. Diese Richtung setzt sich bis zu dem in der Mitte der Nordhälfte von Rhodos gelegenen H. Elias fort, beugt sich aber hier aus NO. gegen O., endlich gegen SO. um, und erreicht

in vielfach verknitterten Schichten mit Str. SO. die Ostküste. Hier scheint also wirklich ein taurisches Bruchstück schaarend sich einzuschalten, aber N. von H. Elias setzt noch ein Zug mit dem dinarischen Str. ONO. in der Richtung auf das kleinasiatische Festland fort.

Hiernach ist die Bucht zwischen der lykischen Küste und Rhodos auf einem Querbruche des äusseren dinarischen Bogens gelegen; hier sinkt der Meeresgrund sehr steil zu grosser Tiefe herab und erreicht 38 Kilom. von der Küste von Rhodos und nicht sehr viel weiter von der kleinasiatischen Küste entfernt, — 3865 M.[17]

In Karien sind zuerst die beiden gegen NW. streichenden Gneisszüge zu erwähnen, welche Paton beschrieben hat. Der erste bildet den grösseren Theil der Halbinsel von Myndos (Halikarnass); ähnliche Felsarten finden sich gegen NW. auf der Insel Patmos und gegen SO. im östlichen Theile der Halbinsel von Knidos und werden als die Fortsetzung dieses Zuges angesehen. Der zweite Gneisszug bildet das Latmos-Gebirge (Beschparmak-dagh). Er ist dem ersten parallel, beginnt am unteren Maeander und bildet die südliche Wasserscheide dieses Flusses bis gegen Mugla. Im Westen dieser Gneisszüge erwähnt Paton Kalkstein im Norden von Leros, auf Kalymnos, Kos, einem Theile der Halbinsel von Knidos und auf der Insel Syme.[18]

Dieselbe Richtung gegen NW. beherrscht nun weit landeinwärts nach den Beobachtungen Bukowski's den Bau der Gebirge, von dem Baba-dagh bei Denizlü, in welchem granatführender Glimmerschiefer sichtbar wird, bis zu der langen Anticlinale von Phyllit, welche als der Sultan-dagh von Akscheher mit ihren SO.-Fortsetzungen den westlichen Rand der lykaonischen Ebene bildet. Kalksteine verschiedenen Alters bauen den grössten Theil dieses Gebietes auf; in eocänen Sedimenten wurden Gerölle von Fusulinen-Kalk im Norden des Buldur Gueul angetroffen.[19]

In der Richtung von Karien gegen das Meer tritt auf Nisyros der Beginn des Bogens von Vulcanen hervor, welcher über Santorin gegen Aegina zieht.

Im 50. Theile von Kos traf Neumayr eine Scholle von Phyllit und Marmor, hoch aufragend aus dem cretacischen Kalkstein;

das Streichen scheint einen nach Süd geöffneten Bogen zu bilden, doch ist das Vorkommen gar zu beschränkt, um einen Schluss zu gestatten.[20]

In Samos ist dagegen die Fortsetzung der karischen Gebirge sichtbar. Granatenführender Glimmerschiefer, begleitet von weissem Marmor, zieht nach den Beobachtungen von Nasse mit Str. NW. in dem ansehnlichen Gebirgszuge Ampelos quer über die Mitte der Insel, und ähnliche Felsarten, begleitet von Serpentin, Diabas und Porphyr, bilden den Höhenzug Kerki im Westen sowie den flacheren Osten der Insel.[21]

Von hier an wendet sich das Streichen gegen Nord. Die von Teller unternommene Vereinigung der älteren Beobachtungen von Strickland und Spratt über die Bucht von Smyrna mit seinen eigenen Erfahrungen auf der kleinen Inselgruppe der Spalmatori und auf Chios lehrt das folgende.

Am Berge Tmolus, OSO. von Smyrna, treten Thonglimmerschiefer hervor, welchen gegen West, am Berge Corax, dunkle, braune und grünliche Schiefer mit Sandstein folgen. Grauer Kalkstein mit nahe N. Streichen bildet die Hauptmasse des Vorgebirges Karaburun, und an der Westseite erscheint als eine breite Zone mit östlicher Neigung noch einmal die Gesteinsreihe des Corax. Die Inselgruppe der Spalmatori gehört der Axe einer Anticlinale von Thonglimmerschiefer an, welche in nördlicher Richtung zwischen dem Festlande und der Insel Chios durchstreicht. Auf Chios findet man zunächst die W.-Hälfte dieser Anticlinale und dann eine Faltung mit Str. NS. bis NNO. Die Gesteine der Spalmatori entsprechen wahrscheinlich jenen des Tmolus, eine tiefere Serie auf Chios jener des Corax und der Westseite von Karaburun, die oberen Kalke von Chios aber dem Kalke der Höhe von Karaburun. Innerhalb der unteren Glieder der Schichtreihe von Chios, in einem Horizonte, welcher den höheren Theilen der Sedimente des Corax entsprechen dürfte, hat Teller Kalkstein mit Fusulinen und Crinoiden gefunden.[22]

Zwei Anticlinalen sind daher vorhanden, eine, welche NNO. streicht und am Tmolus bei Smyrna hervortritt, und eine zweite, nördlich streichende, welche durch die Spalmatori zieht. An diese

schliessen sich die untergeordneten Faltungen von Chios. In den auflagernden Schichten kennt man bisher Obercarbon und Kreide.

Metelin wurde von de Launay beschrieben. Glimmerige und chloritische Schiefer, begleitet von Marmor, ziehen N. 15° O. durch die östliche Hälfte der Insel; sie sind offenbar die nördliche Fortsetzung der eben erwähnten Gesteine, doch gegen O. und W. begleitet von zwei Zügen von Peridotit und Serpentin, vielleicht im Osten von der Fortsetzung eines Serpentin's, welcher an dem Nordrande von Karaburun hervortritt. Der westliche Theil der Insel ist von jüngeren Eruptiv-Gesteinen bedeckt, aber unter denselben gewahrt man die Spuren der gegen NNO. streichenden alten Schiefer bis an das äusserste westliche Ufer.[23]

Diller's Beschreibung der südlichen Troas zeigt, dass die vulcanischen Vorkommnisse des westlichen Metelin über den Golf von Adramyti greifen und den ganzen Südwesten der Troas überdecken. Weiter im Norden tritt gegen den Skamander der aus geschichteten Gesteinen gebildete Kara-dagh hervor. An seinen Nord-Abdachungen gegen Bunarbaschi traf Philippson weissen, ziemlich krystallinischen Kalkstein mit Str. N. 5° O., welcher den Nordrand des Gebirges gegen die troische Ebene bildet.[24]

Der Bau der kleinasiatischen Westküste ist daher folgender.

Von Kreta zieht ein Bogen gegen NO. über Kasos nach Rhodos und trifft daselbst mit einem kürzeren Stücke von NW.-Richtung zusammen.

Der vulcanische Bogen reicht von Santorin bis Nisyros herein.

Im ganzen SW.-Theile des Festlandes herrscht Str. NW. bis an die karische Küste und nach Samos; dieses ist der westliche Flügel des taurischen Bogens, welcher die lykaonische Niederung umgibt.

Zwischen Smyrna und Chios tritt Str. N. bis NNO. hervor und hält über die Spalmatori und Metelin bis zur Niederung von Troja an.

Während bis Samos mit ziemlicher Sicherheit der taurische Westflügel verfolgt wird, ist es weniger sicher, ob demselben die N. und NNO. gerichteten Züge beigezählt werden dürfen. Diess wird umso zweifelhafter, wenn man sieht, dass durch

Bukowski's Untersuchungen in der Gegend von Balia-maaden in Mysien das Vorhandensein eines gegen NO. oder NNO. streichenden Zuges von carbonischen Ablagerungen wahrscheinlich wird.[25] Ob sich dieser Zug bis Panderma am Marmara-Meere erstreckt, mag eine offene Frage bleiben. Auf dem europäischen Festlande streichen die aus Schiefer bestehenden Rücken des Tekir-dagh und des Kuru-dagh zu beiden Seiten der Niederung, welche zum Golf von Saros zieht, gegen SW. und durch Hoernes wissen wir, dass die Insel Samothrake eine Fortsetzung dieser Züge mit dem gleichen Str. SW. ist.[26] Auf Lemnos aber wendet sich nach de Launay das Streichen der Falten nach Ost-West, mit geringer Abweichung gegen ONO.-WSW.[27]

Diese Gebirgstheile gehören daher nicht mehr dem westlichen Flügel der Tauriden, sondern dem östlichen Flügel der dinarischen Gruppe an.

Es ist in der That in der Nähe der Westküste Kleinasien's eine Schaarung vorhanden.

Str. NO. bis ONO. herrscht auf dem europäischen Festlande (Tekir-dagh, Kuru-dagh) und bis Samothrake, ferner vielleicht in dem carbonischen Zuge von Balia-maaden. Im Süden ist diese Richtung vertreten durch die vulcanische Linie bis Nisyros, ferner durch die Linie Kreta—Kasos—Rhodos und die hohen Berge des südlichen Lykien. Diese Gebiete rechnen wir zu den östlichen Enden der dinarischen Bogenzüge.

Str. NS. bis NNO. trifft man am südlichen Rande der Ebene von Troja, auf Metelin, Chios, den Spalmatori, der Halbinsel Karaburun und bis gegen Smyrna. Diese Strecken mögen zum Theile noch dem dinarischen Bogen und zum Theile dem Gebiete der Schaarung entsprechen.

Str. NW. erscheint im Thale des Sakarija, in der Umgegend des Olymp von Brussa, dann im Südwesten Kleinasien's bis Samos, bis an die karische Küste und in einem geringen Theile von Rhodos. Dieses sind die westlichen Enden der taurischen Bogen.

Diese Aufzählung zeigt aber beträchtliche Lücken; namentlich in Mysien fehlt es an zusammenhängenden Beobachtungen. Nichtsdestoweniger lassen sich deutlich die beiden Richtungen

NO. und NW. unterscheiden. Man erkennt, dass im Süden die dinarischen Linien nach Ost übergreifen. Ferner zeigt sich, dass die aegäischen Einbrüche innerhalb der Dinariden liegen und kaum in die taurischen Linien eingreifen.

Die albanische Tertiär-Bucht. Die Untersuchungen von Neumayr, Bittner, Teller und Burgerstein haben gezeigt, dass die dinarischen Faltenzüge, von NNW. aus Thessalien herabstreichend, eine völlige Umbeugung gegen Ost erfahren und durch die Inseln des aegäischen Meeres sowie über die Insel Kreta gegen Kleinasien streben (I, 637). De Launay hat eine geologische Uebersichtskarte des Archipels veröffentlicht[28] und Philippson hat auf Grund zahlreicher neuer Beobachtungen die bogenförmigen Leitlinien von Epirus her bis Kleinasien klar verzeichnet.[29]

Zugleich haben die von Spratt und Neumayr vertretenen Ansichten über das jugendliche Alter der aegäischen Einbrüche (I, 436) Bestätigung erfahren. Die levantinischen Ablagerungen, in süssem Wasser gebildet, erscheinen an den Ufern der Einbrüche; die Ablagerungen der dritten und vierten Mediterranstufe bekleiden die Ränder der südlichen Inselreihe und des Peloponnes und dringen in einzelne Buchten des Festlandes. Philippson und Oppenheim zeigen, dass die mächtigen Conglomerate, welche vor Jahren das Erstaunen der ersten Erforscher, Boblaye und Virlet, hervorriefen, jünger sind als ein Theil der levantinischen Sedimente,[30] und Bukowski beschreibt die mächtigen fluviatilen Schottermassen, welche, aus levantinischer Zeit und ohne Zweifel vom kleinasiatischen Festlande stammend, auf der Insel Rhodos lagern.[31]

Während auf diese Weise über ein sehr ausgedehntes Gebiet hin nur solche Meeres- und Süsswasser-Ablagerungen bekannt sind, welche ihrem Alter nach kaum unter die dritte Mediterranstufe hinabreichen, erfahren wir durch Hilber und Penecke, dass innerhalb der dinarischen Züge von Macedonien und Thessalien ein langgestrecktes Becken von gänzlich verschiedener Art vorhanden ist.[32]

Dieses Becken erstreckt sich nach den bisherigen Entdeckungen Hilber's aus der Gegend südlich von den See'n von Ochrida und Presba, namentlich aus der Umgebung von Koritsa

(Gjortscha) gegen SSO. über Lapsista, Grewena und Kastoria in die Niederung von Trikkala. Die Sedimente beginnen mit dem oberoligocänen Horizonte von Castel Gomberto (Natica crassatina, Isastraea affinis); diese lagern bei Koritsa über Kohle auf Höhen von Serpentin, weiter im Süden, am Ostrande des Beckens, N. von Trikkala und an anderen Stellen auf altem Schiefer. Aquitanische Ablagerungen folgen, und diesen gehören die Conglomeratfelsen der Meteora-Klöster zu. Hierauf sieht man marine Ablagerungen der ersten Mediterranstufe, Spuren des Schlier mit Pecten denudatus, und NW. von Kastoria liegen noch die Clypeastriden des Leithakalkes der zweiten Mediterranstufe. Ablagerungen aus jüngerer Tertiärzeit sind nur durch die Conglomerate mit Elephas meridionalis und Equus Stenonis vertreten, welche Gorceix bei Lapsista auffand.

Die Gestalt des Landes könnte dahin führen, die Verbindung dieses langgestreckten Beckens mit dem Meere im Südosten zu suchen. Diese Richtung führt aber in das aegäische Gebiet, in welchem von ähnlichen Sedimenten keine Spur bekannt ist. Im Westen wie im Osten ist das Becken von hohen Gebirgsketten eingeschlossen. Dagegen ist die einstige Verbindung gegen Nordwest angezeigt durch Ablagerungen der ersten und zweiten Mediterranstufe, welche von Boué und M. Hörnes in der albanesischen Niederung auf der Strecke von Durazzo bis Tyrana und bis Kroja bekannt gemacht wurden[33] und deren Fortsetzung Tietze bei Dulcigno antraf.[34]

Während auf diese Weise südlich von Dulcigno die Mündung einer langen, gegen NO. gestreckten Meeresbucht der mittleren Tertiärzeit bis in die Zeit der zweiten Mediterranstufe herauf vorauszusetzen ist, kennt man etwas weiter im Süden bis jetzt nur Meeresablagerungen der dritten Mediterranstufe. Nach den Angaben von Baldacci und Simonelli lagern sich an das NO.-Gehänge der Höhen, welche bei Valona das Meer erreichen, mächtige erdölführende Schichten, in welchen neben zahlreichen pliocänen Meeresconchylien in grosser Menge auch das sarmatische Cerith. pictum auftritt. Schon Coquand hat dieses gegen Berat sich erstreckende Becken gekannt.[35]

Die Hauptzüge der Dinariden. Im südlichen Macedonien und in Thessalien sind die Kenntnisse vom Baue der Balkan-Halbinsel durch die Arbeiten Hilber's, ebenso in Thessalien und in Griechenland durch jene Philippson's wesentlich erweitert worden.[36] Andere verdiente Forscher sind weiter im Norden thätig gewesen; mit mancher lehrreichen Mittheilung hat mich Professor Cvijić in Belgrad erfreut. Trotz aller Lücken in den heutigen Erfahrungen sind bereits zwei allgemeine Ergebnisse gewonnen.

Das erste ist die Erkenntniss, dass auf dem Festlande trotz aller Abweichungen in der äusseren Gestalt des Landes dennoch das Streichen der Felsarten von Macedonien und Thessalien bis an die Nordgrenze Bosnien's und bis nach Istrien mit grosser Regelmässigkeit der Richtung NNW. bis NW. folgt. Das mächtige Schar-Gebirge (Ljubeten 2510 M.) zieht in seiner ganzen Länge von Diwra bis Katschanik gegen NO., aber Prof. Cvijić sagt mir, dass auf der ganzen Strecke die Gesteine quer auf das Gebirge gegen NNW. streichen. Die nordalbanischen Alpen erstrecken sich nördlich von Ipek gegen NO.; aus Oestreich's Beobachtungen ergibt sich aber auch hier, dass Kalkstein und Flysch quer über das Gebirge streichen.[37] Ebenso zieht sich die hohe südöstliche Wasserscheide des schwarzen Karasu (r. Zufl. d. Wardar) gegen NO., aber dieses Gebirge besteht nach Raf. Hofmann aus Trachyt.[38]

Gegen die adriatische Küste hin tritt jedoch die Neigung zur Ablenkung aus NW. gegen WNW. und sogar OW. ein. Diess zeigt sich in Corfu—Salmastraki—Othonos,[39] im akrokeraunischen Vorgebirge—Saseno, dann nördlich von der albanischen Bucht in noch höherem Grade in gewissen dalmatinischen Inseln. Hiedurch erhält die ganze adriatische Ostküste einen kulissenförmigen Bau, welcher auch auf der Landkarte hervortritt. Gegen Norden aber treten die Kulissen immer weiter nach vorwärts, bis sie endlich Istrien erreichen.

Die zweite Erfahrung ist, dass diese dinarischen Züge landeinwärts eine sehr grosse Breite besitzen. Die Gegend von Seres, vielleicht sogar noch jene von Doiran, dürften noch der archaischen Masse des Rhodope zufallen, aber das ganze Thal

des Wardar bis Salonich oder wenigstens bis 41° 15' n. Br. gehört zu den Dinariden. Raf. Hofmann zeigt, dass in diesem Thale, S. vom Tertiär-Becken von Üsküb, muthmaasslich palaeozoische Schiefer, krystallinischer Kalk, Serpentin, dann wahrscheinlich zur Trias gehöriger Dolomit mit Str. NW. einander folgen bis zu der Flysch-Mulde von Negotin, welche thalabwärts wieder durch solchen Dolomit begrenzt wird. Hierauf gelangt man in den bereits erwähnten trachytischen Zug an der SO.-Seite des schwarzen Karasu, und noch südlich von diesem fand R. Hofmann einige Spuren mesozoischer Fossilien.

Der schwarze Karasu selbst, von Monastir zum Wardar fliessend, bewegt sich zum grössten Theile in Kalkstein und dieser mag wohl dem ausgedehnten Kalkgebiete angehören, welches Boué von Siatista über Veria bis Niausta und Ostrowo beobachtet hat, und in welchem er Rudisten antraf.[40]

Westlich von diesem Kalkgebirge tritt eine Reihe granitischer Vorkommnisse hervor. Obwohl auch Glimmerschiefer erwähnt wird, bliebe wohl noch zu untersuchen, ob es sich um archaische Felsarten oder etwa um spätere Intrusionen in einen palaeozoischen Schiefer handelt. Der Peristeri bei Monastir besteht nach Edm. Naumann in seinen höheren Theilen aus Granit; südlich davon bildet Syenit bei Florina die Ostseite der Neritschka Planina und noch weiter im Süden tritt an der NO.-Seite des See's von Kastoria ein felsiges Protogin-Gebirge hervor.[41]

Eine Fortsetzung dieser Vorkommnisse ist bisher weder im Norden noch im Süden bekannt. Im Norden, oberhalb Üsküb, wurde der Ljubeten im Schar-Gebirge von Grisebach, von Neumayr und Burgerstein, von Zujović,[42] Cvijić und Oestreich bestiegen. Hier besteht, sowie überhaupt in den N. von Üsküb gelegenen Bergen, die Gesteinsfolge aus Phyllit, hierauf etwas Quarzit, dann einer sehr mächtigen Masse von krystallinischem Kalkstein, welche auch den Gipfel des Ljubeten bildet und von Zujović dem Kalkstein des Athos und des Olymp verglichen wird, endlich gegen Ost aus Kalkschiefer und flyschähnlichem Sandstein mit mächtigen Zügen von Serpentin.

Auch weiter im Westen, auf dem hohen Berge Gjalitsch (Jalisch), nahe der Vereinigung des schwarzen und weissen Drin (SW. von Prisrend), erwähnt Boué Marmor und Phyllit und aus dieser Gegend ziehen nach Cvijić diese Felsarten mit Str. SSO. quer über das Schar-Gebirge, begleiten das O.-Ufer des schwarzen Drin und bilden die Höhen, welche den See von Ochrida vom See von Presba trennen. Beide See'n sind meridionale Gräben und namentlich ist die Ostseite des Ochrid eine Spalte mit Solfataren und jungen Eruptivgesteinen.[43] Von hier streicht, wie mir Hr. Cvijić weiter sagt, dieser Zug nach Kastoria, begleitet das O.-Ufer der oberen Bystritza und erreicht endlich, nur wenig gegen Ost abgelenkt, das Gebirge oberhalb Trikkala, dessen äusseren Rand er bildet.[44]

Auf einem Theile dieser langen Strecke fällt er mit dem Ostrande der albanischen Tertiärbucht zusammen, deren Breite oberhalb Trikkala 20—25 Kilom. beträgt.

Hier beginnt die Beugung gegen Ost. Die alten Schiefer treten in die Zusammensetzung des Othrys ein, streichen quer über den Südtheil des Golfes von Volo, über Skiathos und Skopelos, und, von Süden her alles Gebiet umfassend, welches Philippson als die nordaegäische krystallinische Masse bezeichnet,[45] nach Samothrake und zu den Phyllitzügen Kuru-dagh und Tekirdagh am Golf von Saros.

Im NW. des See's von Ochrida, bei dem Dorfe Rodažda, traf Cvijić Jurakalk mit Phylloceras. Jenseits desselben erhebt sich ein langer und hoher Zug von Serpentin, welcher sich durch ganz Macedonien erstreckt. Boué rechnet die Serpentin-Durchbrüche zwischen Prisrend und Skutari zu den grössten in der Türkei; ob diese gegen Süd fortsetzen, ist mir nicht bekannt. Den westlichen Rand des See's von Ochrida begleitet nach Cvijić Serpentin mit Rudistenkalk; das Gebirge verläuft NS.; das Streichen der Felsarten ist NNW. Derselbe lange Serpentinzug kreuzt die Tertiärbucht; Hilber traf ihn zwischen Kolonia und Koritsa und auf dem ganzen hohen Gebirgszuge bis zur Gruppe der Smolitsa (2574 M.) und bis zum Zygos-Passe bei Metsovo (ONO. von Janina).[46]

Hier, am Zygos-Passe, liegt ein wichtiger Abschnitt des Gebirges. In der Richtung des langen Serpentinzuges erscheint nicht mehr Serpentin, sondern ragen mit etwa demselben Streichen die hohen Kalkberge des thessalischen Pindus hervor. Ein Kalkzug tritt plötzlich an die Stelle eines Serpentingebirges. Nach Philippson's Auffassung würde das Kalkgebirge in einer grossen Flexur unter den Serpentin hinabtauchen; Hilber scheint eine Ablenkung des Kalkgebirges gegen West vorauszusetzen.

Dieses Kalkgebirge, der Pindus, bildet den grössten der dinarischen Bogen. Er folgt nicht der östlichen Beugung zum Othrys. Zuerst streicht er wohl etwas gegen SSO., dann aber wendet er sich gegen Süd. Er erreicht in der Gestalt der aetolischen Kalkalpen den Busen von Korinth. An dieser Stelle scheint er eine leichte Verschiebung gegen Ost erlitten zu haben, entlang einer transversalen Störungslinie, welche, W. vom Golf von Salona beginnend, gegen WNW. zum See von Ambrakia verläuft.[47] Er setzt aber auf den Peloponnes fort und erreicht nach Philippson, die ganze Halbinsel durchziehend, die südlichsten Theile des messenischen Golfes. Hier ist die Richtung SSO. und sie wendet sich über Cerigo und Cerigotto gegen Kreta und Rhodos.

Diese grosse Kalkzone ist auf der Westseite vom Norden bis an die Süd-Ufer des Peloponnes von einer jüngeren Sandsteinzone begleitet; auch an ihrer Ostseite ist für eine grosse Strecke eine ähnliche Sandstein-Zone vorhanden.

Durch die Abweichung der meridionalen Zone des Pindus von der gegen SO. bis O. gewendeten Richtung des Othrys wird ein weites Zwischengebiet innerhalb der dinarischen Bogen gebildet. In dasselbe schalten sich Bogenstücke von Kalkgebirgen mit vermittelnder SO.- bis SSO.-Richtung ein, wie Oeta und Parnass. Dann vollziehen auch diese die Beugung gegen O. und NO. und streichen auch, wie aus Bittner's und Teller's Beobachtungen hervorgeht, quer über Euboea.

Weiter im Süden, oder, genauer gesagt, weiter nach Aussen in dem dinarischen Aufbaue, tritt noch einmal älteres Gebirge hervor. Attika, das südliche Euboea, Andros, Keos und Thermia

bis Syra und Siphnos, bestehen aus altem Schiefer und Marmor. Das Streichen wendet sich hier gegen NO., entsprechend dem Verlaufe der grossen Bogen. Aber schon auf Syra und Siphnos erscheint Albit-Gneiss als Unterlage der alten Schiefer; auf Tinos tritt noch älterer Gneiss mit Str. NNO. hervor und Gneiss und Granit-Gneiss bilden den grössten Theil von Antiparos, Paros und Naxos.[48]

Philippson betrachtet diese Gneissmasse der Cycladen als einen alten, die Anlage der Bogen beeinflussenden Gebirgskern. In dem Schiefer tritt deutlich die bogenförmige Anlage hervor und es mag wohl die Fortsetzung in jenen älteren Felsarten gesucht werden, welche in dem Gebiete der taurischen Schaarung mit Str. NNO. bis N. auf Chios, den Spalmatori und Mytilene erwähnt worden sind.

Dem Gneiss der Cycladen fehlt aber, wie aus den Darstellungen von Lacroix hervorgeht, auch gegen Süden nicht eine Zone von altem Schiefer und Marmor. Ihr gehört der südliche, nicht vulcanische Theil von Milos an, ferner Polykandros und der Kalkberg H. Elias auf Santorin.[49]

Amorgos, aus dunklem Kalkstein bestehend, streicht NO. im Sinne der Schaarung.

Es ist eine sehr auffallende Thatsache, dass fern von hier, im Norden der Insel Cerigo, nach R. Leonhard's Beobachtungen eine Scholle von altem Phyllit sichtbar ist, welche gegen ONO. streicht und discordant überlagert wird von den Kalksteinen, welche SO. und im Süden der Insel gegen O. streichen, entsprechend dem grossen, vom Taygetos gegen Kreta ziehenden Bogen.[50]

Der vulcanische Bogen läuft von Aegina, Methana, Poros, Milos, Santorin nach Nisyros. Er liegt daher zum grossen Theile innerhalb des Gebietes der alten Schiefer, tritt aber im Osten aus demselben heraus, um dem Verlaufe des äusseren Bogens zu folgen.

Den Uebergang zu diesem vermitteln zunächst die Kalkberge von Argolis und Arkadien. Aus der Nähe von Sparta hat Douvillé eine Spur von Trias bekannt gemacht.[51]

Dann ist der grosse Bogen erreicht, welcher vom Pindus nach Lykien zieht, den ganzen Archipel umgürtend.

Der Pindus zeigt fast seiner ganzen Länge nach östliches Fallen der Schichten, und die gleiche Neigung zeigt auch die westlich folgende Sandsteinzone; hieraus folgert Philippson mit Recht, dass der ganze Pindus in der Richtung gegen West überschoben ist.

Westlich von demselben folgen durch Epirus und die jonischen Inseln noch weitere Züge von Kalk und Kalkstein; Eocän, Kreide und Jura waren in diesen seit lange bekannt; in Epirus wurde auch Lias gefunden.[52] Diese Züge sind es, welche in dem aus Rudistenkalk bestehenden Akrokeraunischen Vorgebirge frei hinausstreben in das Adriatische Meer.

Durchquerung der Adria. Aus der Gegend von Elbassan über Kroja gegen Dulcigno verläuft nach Boué eine lange Felswand. Sie bildet den Rand der albanesischen Bucht. Bei Dulcigno, NO. von dem Saume jüngerer Tertiär-Ablagerungen, traf Tietze Flysch, welcher gegen NW. zum Meere ausstreicht.[53] Innerhalb, d. i. NO. vom Flysch, erhebt sich ein langer Zug von steil abfallenden Kalkbergen, möglicher Weise die Fortsetzung der von Boué erwähnten Felswand. Er bildet bei Skutari die südliche Umrandung des See's von Skutari, erreicht bei Spizza in sehr steilen Abbrüchen das Meer und setzt gegen Nordwest noch weit über Cattaro fort. Bukowski zeigt, dass dieser Zug von Spizza bis über Budua hinaus in Schuppen zerlegt ist, welche die Schichtfolge von unterer Trias bis einschliesslich Unter-Tertiär umfassen, und welche in der Richtung SW., d. i. gegen das Meer hin, übereinandergeschoben sind.[54] Dabei ist der Trias eine mächtige Lage von Norit-Porphyr eingeschaltet, in Begleitung von grünem Tuff und Tuffsandstein. Diess sind Bukowski's Dsurmani-Schichten; sie enthalten die Versteinerungen von Wengen und St. Cassian.[55]

In den Jahren 1862 und 1867 beschrieb F. v. Hauer ein Eruptiv-Gestein von der Insel Lissa und einigen benachbarten Riffen; obwohl die Insel aus Kreidekalk besteht, hob F. v. Hauer hervor, dass auch Gyps und Tuffe vorhanden seien; er verglich schon damals diese Vorkommnisse mit einem innerhalb der Trias auf dem dalmatinischen Festlande, südlich von Knin, bekannten

Vorkommen und vermerkte auf seiner geologischen Karte der Monarchie das Erscheinen von Trias auf Lissa. Tschermak bezeichnete die Felsart als Diallagit. C. v. Foullon beschrieb später Gesteine von dem naheliegenden Scoglio Pomo als Augit-Diorit.[56]

Viola und Cassetti haben gezeigt, dass der M. Gargano eine vom Appennin selbständige, gegen NW. streichende Anticlinale mit oberjurassischer Axe ist.[57]

Die Pietre Nere, am Lago di Lesina, NW. vom Gargano, bestehen aus einem eruptiven Gestein. Viola und di Stefano haben gefunden, dass dasselbe einen N. 25° O., d. i. in der Richtung von Lissa streichenden Gang bildet, welcher in Verbindung steht mit einer Scholle von Trias-Kalkstein mit einer Fauna, welche entweder jener von S. Cassian oder von Raibl entspricht. Auch Gyps erscheint in der Nähe. Das Gestein wird unter dem Namen Garganit zu den Lamprophyren gerechnet.[58]

Hier tritt die oft erörterte Frage neuerdings hervor, ob ein Theil des heutigen Adriatischen Meeres durch einen gewissen Theil der Tertiärzeit festes Land gewesen sei (I, 346). Die vor Jahren von Stache geäusserte Meinung, dass die Insel Pelagosa ein Stück einer versunkenen Meeresküste sei, welche von Stagno (an der Halbinsel Sabioncello) gegen Lagosta über Pelagosa zu den Tremiti sich erstreckte, ist durch vielfache Erfahrung bestätigt.[59]

Nördlich von dieser Linie kennt man auch heute keine Spur von miocänen oder noch jüngeren Meeresablagerungen bis gegen Görz und Udine. An die cretacischen und eocänen Kalksteine schmiegen sich auf den Tremiti nach Tellini's Beobachtungen, Ablagerungen der II., vielleicht auch der I. Mediterranstufe.[60] Die auf Pelagosa bekannten jüngeren Meeresbildungen dürften allerdings erst dem unteren Theile der III. Mediterranstufe zufallen. Nichtsdestoweniger scheint es, als dürfe Stache's Voraussetzung erweitert werden. Ich halte die alte Küstenlinie Stagno—Pelagosa—Tremiti für eine Fortsetzung der oben erwähnten Küstenlinie, welche von SO. her bei Dulcigno das heutige Meer erreicht. Diese ist aber das N.-Ufer der albanischen Bucht, welche, wie wir sahen, sich einmal durch Macedonien und bis über Trikkala erstreckt hat.

Auf diese Art gelangt man zu einem gänzlich veränderten Umrisse der Adria innerhalb der letzten Abschnitte der Tertiärzeit oder einer noch späteren Zeit.

Nun wendet sich das Streichen der dalmatinischen Inseln aus WNW. völlig nach OW. Diese Richtung beherrscht Lesina; Söhle fand auf Brazza dasselbe; ebenso Kerner auf der gegen NW. von Brazza liegenden Strecke des festen Landes bei Trau, und hier sind die OW. streichenden Falten zum grossen Theile gegen Süd überschoben.[61]

Allerdings kehrt weiter gegen Nord die normale Richtung NW. wieder für die ganze Breite des Gebirges und der vorliegenden Inseln in Geltung, aber man erkennt dennoch, dass ein beträchtlicher Theil der dinarischen Falten (Meleda, Curzola, Lissa, Lesina, Brazza, Trau) viel weiter gegen die Mitte der Adria hinausstreicht. So wie aber der Gargano, völlig abweichend vom Appennin, gegen NW. streicht, bildet auch der M. Conero bei Ancona nach Bonarelli eine gegen NW. streichende cretacische Anticlinale.[62]

Einzelne von den genannten dalmatinischen Falten können nicht Istrien erreichen und man sieht im Gegentheile deutlich, dass ein grosser Theil der Bucht von Venedig innerhalb der Dinariden liegt.

Zugleich schwenken alle weiter gegen Nord gelegenen dinarischen Züge in grosser Breite in jenes weite, bis über den Garda-See reichende und vorwaltend aus Kalkstein bestehende Gebirgsland ein, welches durch die periadriatischen Linien auf das Tiefste beeinflusst ist (I, 311). Indem sie einschwenken, zeigen sie gegen West Kreide und tertiären Flysch, gegen Ost vorwaltend Triaskalkstein mit einer muthmaasslich palaeozoischen Unterlage. Die Ueberschiebungen gegen die Adria, welche eben bei Budua und bei Trau erwähnt worden sind, bleiben auch hier bezeichnend. Bei Fiume wurde solche Lagerung bereits erwähnt. In der Gegend des Einschwenkens, bei Idria, ist nach Kossmat's Darstellung in dem Quecksilber-Baue selbst die gegen Südwesten gerichtete, schuppenförmige Ueberschiebung von palaeozoischem Schiefer über Trias blossgelegt. Auch hier

sieht man das für das ganze dinarische Gebiet so sehr bezeichnende Auftreten von eruptiven Felsarten und Tuffen innerhalb der Trias.[63]

Die Tonalit-Zone. In dem Raume, den wir nun betreten, ist der vergleichenden Geologie eine bemerkenswerte Aufgabe gestellt. Die Dinariden, welche vorwaltend gegen Süd bewegt sind, und welche in ihrer Gesammtheit die Merkmale der südlichen Grenzbogen Eurasien's an sich tragen, nähern sich hier den Alpen, welche ebenso vorwaltend gegen Nord bewegt sind, hier aber in die Richtung des Appennin einlenken.

Die Natur bereitet an dieser Stelle dem Geologen eine Ueberraschung. Das dinarische Gebiet bleibt von den Alpen getrennt durch einen ununterbrochenen, mehr als 400 Kilom. langen und auf beträchtliche Strecken durch gleichartige Intrusionen von Tonalit ausgezeichneten Gürtel tiefgreifender Dislocation.

Auf der Landkarte tritt dieser Gürtel nur in zwei Linien deutlich hervor, nämlich in der Richtung des Judicarien-Thales und jener des Gail-Thales. Die Erkenntniss des tektonischen Zusammenhanges der grossen Narbe ist schrittweise hervorgetreten als das Ergebniss vieler verdienstlicher Einzel-Arbeiten und es wäre schwer zu sagen, wem das Verdienst der Synthese zufällt. Die vom Adamello gegen NNO. ziehende Strecke sammt der Beugung bei Meran und den von Teller erkannten Fortsetzungen über den Brenner konnten bereits hier (I, 322) besprochen werden und wurde vom See von Idro bis zum Penser Joch (noch W. vom Brenner) in der Erstreckung von 128 Kilom. erwähnt. Damals konnte auch bereits aus Teller's Arbeiten entnommen werden, dass die Trennungslinie über Brunneck bis Sillian reiche; dieses gäbe 210 Kilom. Im J. 1893 fügte Frech hiezu noch 110 Kilom. des Gailbruches[64] und die Gesammtlänge war nun 330 Kilom. Im selben Jahre veröffentlichte Löwl seine Beobachtungen über den Tonalitzug des Rieserferners und konnte endlich Becke, gestützt auf Löwl's Beobachtungen, auf jene von Geyer im Gailthale und von Teller im Osten, die Einheit des Bogens vom See von Idro über Meran bis zum Bacher-Gebirge,

d. i. für eine Entfernung von 420 Kilom., aussprechen.[65] Diese Einheit ist dann namentlich von Salomon zum Gegenstande weiterer Betrachtungen gemacht worden.[66] Ich möchte erwähnen, dass die meisterhaften Darstellungen Teller's und Geyer's auch mir bei dem Versuche, dieses Phänomen zu überblicken, eine reiche Quelle der Belehrung gewesen sind.[67]

Man kann die Frage aufwerfen, ob wirklich diese grosse Störungslinie am See von Idro endet.

An dem S.-Ende des Adamello gewahrt man (I, 315) die merkwürdige Thatsache, dass die Schichten der Trias in solcher Weise geneigt sind, dass ihre jüngsten Abtheilungen unter die Eruptiv-Masse fallen und die älteren mehr gegen Aussen stehen. Salomon hat auch tief in die Eruptiv-Masse selbst eingreifende Schollen von Triaskalk entdeckt.[68] Weiter gegen S., gegen Bagolino, kommen unter der Trias permischer Sandstein, Quarzporphyr, endlich älterer Phyllit zu Tage, und setzen gegen das obere Val Trompia in westlicher Richtung fort. Hier werden Bittner's Beobachtungen maassgebend. Diesen zufolge zieht der Judicarien-Bruch wirklich gradlinig zum See von Idro hinab. Die Richtung ist SSW. Man sieht aber O. von demselben einige Brüche, welche das Triasgebirge der Etschbucht (M. Gaverdina) schräge und mehr in der Richtung SW. durchschneiden. Ein solcher Bruch kömmt durch Val Ampola herab, erreicht in der Nähe von Storo die Judicarien-Linie und setzt sich S. vom Adamello in das obere Val Trompia fort.[69]

Nicht mit Unrecht bezeichnet Bittner den W. Theil dieses Bruches als das tektonische Aequivalent des Judicarien-Bruches. Er liegt aber so annähernd in der Fortsetzung des Bruches der Val Sugana, dass man an das neuerliche Aufleben dieses letzteren denken könnte. So wie S. von der Val Sugana, folgen auch S. von der oberen Val Trompia noch weitere, zum Theile überschobene Flexuren.

Weiter gegen West, in Val Camonica, reicht die Trias weiter nach Nord, aber mir fehlen Angaben, welche ein Urtheil über den Bau ihrer N.-Grenze gestatten würden. Im Allgemeinen unterliegt es keinem Zweifel, dass bis zu dem See von

Orta die längs des südlichen Gebirgsrandes sich ausbreitende mesozoische Zone eine unmittelbare Fortsetzung jener der Etschbucht und des südlichen Tirol ist. Eine Kette längerer und kürzerer Züge von Granit, Granitit und Quarz-Diorit lässt sich weit nach W. und SW. und sogar bis in die Nähe von Biella verfolgen. Ob sie als eine Fortsetzung der Randnarbe anzusehen seien, lässt sich heute noch kaum mit Bestimmtheit entscheiden, obwohl ihre Lage eine ähnliche ist.[70] Gegen Süd sind sie von einer Zone von Thonglimmerschiefer und Gneissähnlichem Schiefer begleitet; dieser folgen Porphyr, Porphyrtuff, Breccie und rother Sandstein, und diesen die Trias, welche eine ähnliche, tafelförmige oder blockförmige Lagerung besitzt, wie in dem östlichen Kalkgebirge, durchzogen von Flexuren, Falten und Brüchen.

Von Westen her sieht man schon am Südrande des Lago Maggiore, dann bei Mendrisio, Lecco, am See von Iseo die breiten Massen von Trias und Jura, welche wohl auch als der Beginn der sogenannten ‚südlichen Kalkzone der Alpen' angeführt werden. In der Alta Brianza, sagt C. Schmidt, ist der Bau ‚der Effect eines tangentialen von N. gegen S. gerichteten Schubes bei gleichzeitigem Einsinken der südlichen Gebirgstheile'.[71] Derselbe Bau herrscht im Grigna-Gebirge und weiter gegen Osten, bis sich am Garda-See das Vordrängen der Etschlinien bemerkbar macht. Aber jenseits der Etschlinien gelten C. Schmidt's Worte auch für das ganze periadriatische Gebiet.

Westlich von Biella ist es ganz anders. Hier herrscht allenthalben sehr enge und heftige Faltung. Viele Jahre der angestrengten Arbeit sind vergangen, bevor durch Franchi's glückliche Funde das mesozoische Alter der Zone der Pietre verde festgestellt wurde. Zu den Alpen ist schon der grosse Amphibolit-Zug zu rechnen, welcher, von der Nordseite des Lago Maggiore kommend, bei Ivrea die Ebene erreicht. Der Gegensatz wischen der breiten Lagerung der Trias an den oberitalienischen See'n und der engen Faltung, welche in der Nähe von Biella beginnt, ist genau derselbe, welchen wir bei Brunneck im Süden und im Norden des Pusterthales antreffen werden.

Das Versinken der Trias an der Sesia hat Rasetti beschrieben.[72]

Granitit zieht von M. Orfano und von den bekannten Brüchen von Baveno am Lago Maggiore gegen SW. über Omegna an der N.-Seite des See's von Orta, über Cellio und Valduggia, wird oberhalb Borgosesia von der Sesia durchschnitten, und setzt sich noch weiter über den M. Tovo in der Richtung auf Biella fort. Die alten Schiefer erscheinen nicht W. von der Sesia. Die breite Zone von Porphyr und rothem Sandstein folgt dort unmittelbar dem Granitit. Auf dieser liegt O. von der Sesia die Masse des M. Fenera (899 M.), stellenweise an Brüchen in diese Unterlage eingesenkt, im ganzen aber gegen NO. geneigt. Zu unterst liegt dunkler Kalk, darauf 300 M. Dolomit mit Diploporen, und oben eine Tafel von Lias. In einer kleinen, vereinzelten Scholle sieht man den Dolomit noch viel tiefer gegen Grignasco (348 M.), nahe dem Südrande der Porphyr-Zone. Auch noch W. von der Sesia, SW. von Borgosesia, ist eine solche kleine Dolomitscholle zwischen Granitit und der Porphyr-Zone eingekeilt.

Dieses ist das westliche Ende der Trias des See'ngebietes.

Wir wenden uns aber wieder nach Tirol.

Schon im J. 1855 erkannte Emmrich, dass das Kalkgebirge von Lienz mehr Aehnlichkeit mit den entfernten Nordalpen als mit den nahe benachbarten Gebirgen des südlichen Tirol besitze.[73] Spätere Beobachtungen haben diese Bemerkung bestätigt. Die marinen Bellerophon-Kalke, welche im Süden über dem Grödner Sandstein auftreten, fehlen nördlich von der Grenzlinie der Strecke Brenner-Bacher. Im Norden sieht man die Bleyberger-Schichten mit Pinacoc. floridum, im Süden die Raibler-Schichten mit Myoph. Kefersteini, und wenn auch in neuester Zeit einige Spuren grösserer Annäherung zwischen beiden Entwicklungsformen, wie namentlich das Auftauchen der bisher nur im Norden bekannten Gattung Tropites im südlichen Gebirge und die oolithischen Gesteine des Nordens auch in Cadore gefunden wurden, bleibt doch eine Reihe trennender Merkmale zwischen der Schichtfolge auf beiden Seiten des grossen Dislocations-Gürtels.[74]

Die etwa 300 Kilom. lange Strecke Brenner-Bacher des Gürtels ist nicht nur durch die langen Brüche und tonalitischen Intrusionen bezeichnet, sondern bildet auch die Grenze der Facies für mehrere Glieder von Perm und Trias.

Im Gegensatze zum Westen, wo Adamello, Iffinger, dann auch Rieser-Ferner ansehnliche Höhen bilden, ist die Grenze im Osten häufig durch ein Thal oder eine Furche angezeigt. Ueber dieses Thal erheben sich dann im Norden und im Süden die bleichen Wände der Trias. Sie enthalten keine Anzeichen der Nähe eines Ufers. Die tonalitischen Felsarten zwischen ihnen sind jünger als Trias. Dennoch ist die Facies gewisser Glieder der Trias im Norden und im Süden eine verschiedene.

Die südliche Facies hält gegen West und Südwest an bis an die Judicarien-Linie und bis über dieselbe im Süden hinaus bis durch das Gebiet der See'n. Zu einem Vergleiche mit der nördlichen Facies ist auf dieser westlichen Strecke die Möglichkeit nicht geboten. Die Kreideformation zeigt, z. B. im Etschbucht-Gebirge, bereits die von den bis nach Kärnthen herüberreichenden transgredirenden Schollen der Gosau-Kreide völlig abweichende südliche Entwicklung in der Gestalt wohlgeschichteter weisser Kalksteine. Hier, wo nicht morphologische Gliederung, sondern der Grundplan des Aufbaues gesucht wird, muss das ganze östlich von der Sesia, dann östlich von den Judicarien und südlich von der Gail liegende Bergland von den Alpen abgetrennt und den Dinariden zugezählt werden.

Dieses Bergland zeigt folgenden Bau.

Indem die dinarischen Züge von Südost herbeistreichen, sind sie gegen Nordost begrenzt durch die NW. Fortsetzung jenes älteren Gebirges, welches von der Rhodope-Masse durch W.-Serbien zieht und dessen letzte Kuppe in der Nähe von Agram aufragt. Die Breite des Raumes, welchen sie zwischen Agram und dem Meeresufer einnehmen, beträgt 120 Kilom., und mit Hinzurechnung der Inseln und Istrien's noch weit mehr. Beiläufig 70 Kilom. NW. von Agram liegt der südliche Rand des

Bachergebirges, welches wie ein Eckpfeiler am Rande der Alpen steht.[75] Diese breite Oeffnung zwischen den Höhen von Agram und dem Bacher befindet sich gleichsam im Schatten der gegen NW. streichenden dinarischen Schwenkung. Durch diese Oeffnung tritt aber von West her, gleichsam aus dem Rücken der dinarischen Züge, eine Anzahl langer Falten mit der fast östlichen Richtung der grossen Dislocations-Zone weit in die südsteyrische und croatische Ebene hinaus, allmählich unter den Tertiärablagerungen ersterbend. Diese Züge an der Save sind nach Teller zum geringen Theile Falten und der Hauptsache nach steil gestellte Streifen, welche durch Brüche abgegrenzt und getrennt werden. Dieselbe Richtung ist auch innerhalb des höheren Gebirges gegen West bis nahe Krainburg deutlich kennbar und es scheint, als ob die grosse Niederung im Nordwesten von Laibach nahe der Berührung der dinarischen und der Save-Linien liegen würde.

Nun wendet in dem periadriatischen Raume das dinarische Streichen sich aus NW. gegen West und endlich gegen SW., während am N.-Rande des Val Sugana-Bruches der Horst der Cima d'Asta aufragt.[76] Nördlich von diesem reicht die gewaltige Porphyr-Masse bis an den Rand bei Meran (Fig. 29, I, 322). In der Etschbucht aber, zwischen dem Westrande des Porphyrs und der Judicarien-Linie, entspringt eine Reihe von Flexuren oder Kniefalten, welche der Judicarien-Linie parallel zum Garda-See herab laufen, gegen OSO. überschoben sind, dann jenseits des See's den M. Baldo bilden, gegen Verona etwas fächerförmig auseinandertreten und am Bruche von Schio enden (I, 330). Im Norden liegen sie in der Trias, südwärts sinken wenigstens die östlichen von ihnen in die Kreide hinab und sie ersterben im Tertiärgebirge von Verona und Vicenza.

Diese Etsch-Linien haben eine gewisse Aehnlichkeit mit den Save-Linien. Beide kommen mit selbständiger und abweichender Richtung wie Ausstrahlungen aus dem Innern des Gebirges hervor. Beide verlieren, indem sie hervortreten, an Intensität und erlöschen. Beide sind von dem Hauptgebiete der periadriatischen Linien unvollkommen abgetrennt, die einen durch die Cima d'Asta und

die anderen durch die Höhen von Agram. Beide sind in ihrem Streichen mehr beeinflusst von der entsprechenden Richtung der grossen Dislocationszone als von der dinarischen, d. i. hier von der periadriatischen Richtung.

Beide Vorkommnisse, an den beiden Enden des periadriatischen Raumes gelegen, scheinen secundäre Ausweichungs-Erscheinungen zu sein, welche gleichsam durch Nebenpforten aus jenem Gebiete hervortreten, in welchem sich die grösseren dynamischen Vorgänge abspielen.[77]

In der Mitte des periadriatischen Raumes sieht man bis an den Nordrand nichts, was den Etschfalten oder den Savefalten entsprechen würde. Was man bei Brunneck wahrnimmt, ist, wie gesagt, derselbe Gegensatz in der Lagerung, welcher östlich und westlich von Biella hervortritt. Hier sind die Extreme einander bis auf wenige Kilometer nahegerückt. Die zerdrückten Triasfalten am Penser-Joch (I, 324) liegen knapp nördlich von dem Tonalitzuge, welcher von Meran her gegen die Brenner-Strasse streicht. Aehnliche zerdrückte Triasfalten erscheinen auch O. von der Brenner-Strasse; Teller hat eine derselben von Inner-Villgratten beschrieben und eine zweite taucht in Brunneck hervor. Sie streicht als eine Reihe weisser Klippen N. von Toblach gegen OSO. oder fast O. fort. Wer von den Höhen oberhalb Toblach südwärts auf die jenseits des Pusterthales über breiten Grundlagen sich kühn erhebenden Gipfel der Croda di Antruilles, des Monte Cristallo und des Zwölfer Kofels blickt, ermisst leicht die Grösse des unmittelbaren Contrastes. Das vor dem Beschauer liegende Pusterthal ist hier die Grenze zwischen dem dinarischen und dem alpinen Gebiete.

Die zerdrückte Falte oberhalb Toblach gehört den Alpen an; das Heer von weissen Spitzen im Süden zeigt die breite, offene, mehr tafelförmige Lagerung und zugleich die südliche Facies der dinarischen Trias. Dieses ist der Rand der periadriatischen Schüssel (I, 341).

Der gepresste Zug von Trias-Klippen bei Brunneck und Toblach ist aber derselbe, von dem Teller gezeigt hat, dass er gegen Ost sich öffnet, auf diese Weise und wahrscheinlich

unter Hinzutritt des Triaszuges von Inner-Villgratten, übergehend in das Lienzer Gebirge, welches das westliche Ende der Gailthaler Alpen ist. Durch Geyer's Aufnahmen ist diese Angabe nicht nur bestätigt worden, sondern haben wir zugleich ein so genaues Bild von diesem von Längsbrüchen zersplitterten und eng gepressten Gebirgszuge erhalten, dass hier besser als irgendwo in den östlichen Alpen, das Verhältniss der ‚wurzelförmigen' Züge zu dem zusammenhängenden Triasgebirge erkennbar ist. In der Regel mögen diese ‚Wurzeln' wohl wie in der Schweiz wahre zerdrückte Enden von Synclinalen sein, aber der Umstand, dass an solchen Längsbrüchen ein Zug von Triaskalk oberhalb Laas abgesplittert wird, welcher, nur 4—500 M. breit und 10 Kilom. lang, in die alten Schiefer der Unterlage versenkt ist, zeigt, dass auch Gräben gebildet werden.[78]

Mit solchem Bau strecken sich die aus Trias und Jura bestehenden Gailthaler-Alpen zwischen Gail und Drau bis Villach fort, verschwinden für eine sehr kurze Strecke unter dem Thalgrunde und tauchen sie östlich von der Mündung der Gail wieder hervor. Ihre Richtung ist hier ein wenig mehr aus O. gegen OSO. gewendet gewesen; sie wird wieder O.

Dieses neue Kalkgebirge sind die nördlichen Karawanken; Teller zeigt, dass sie eben so durch ihre nördliche Facies und durch lange Längsverwerfungen ausgezeichnet sind wie die Gailthaler Alpen.[79] Sie ziehen bis in die Nähe von Windischgrätz in Süd-Steiermark. Hier brechen sie gegen eine mit Oligocän-Ablagerungen erfüllte Mulde ab. Aber jenseits der Mulde, bei Ober-Dollitsch, klebt an der SW.-Seite des Bacher, von seinen archaischen Felsarten durch einen scharfen Bruch getrennt, noch eine grosse Scholle, welche zu den Karawanken gehört.[80] (Fig. 17.)

Von Brunneck bis zum Bruche der Scholle von Ober-Dollitsch gegen den Bacher beträgt die Länge des alpinen Kalkzuges 260 Kilom. Der Südrand der Gailthaler Alpen und der Nord-Karawanken ist der Südrand der alpinen Trias.

Wir haben gesagt, dass bei Toblach im Pusterthale die Grenze zwischen den Alpen und dem dinarischen Gebirge liegt. Hier, sowie im ganzen Gailthale sieht man an der Grenze keine

tonalitische Intrusion. Die gradlinige Fortsetzung des Gürtels ist im Gailthale angezeigt durch einen breiten Streifen von älterem Gebirge und durch die Verschiedenheit der Lagerung und der Facies des Kalkgebirges im Norden und im Süden dieses Streifens. Die Intrusion ist von der Grenze weg und um etwa 9 Kilom. weiter gegen Nord gerückt; sie bildet mitten im alpinen Gebiete einen langen, gegen O. ziehenden Streifen von Tonalit.

Es hat sich bereits die Gelegenheit geboten, die älteren Arbeiten von Teller und die späteren von Löwl und Becke über diese Strecke anzuführen. Nach Löwl besteht dieser Tonalitzug aus zwei bis 4 Kilom. breiten Massen, dem Reinwald-Kerne und dem Rieser-Kerne (Hoch-Gall, 3440 M.), welche durch einen sehr schmalen Hals verbunden sind. Gneisschollen liegen auf ihnen wie Stücke vom Dache bei Lakkolithen. Der Zinsnock bildet eine kleinere, südliche Vorlage. Der Rieser-Kern streckt sich dann noch als ein langer und sehr schmaler Zug weit nach Osten hin.

Die Gesammtlänge vom W.-Abhange des Reinwald-Kernes in Taufers bis zum östlichsten Ende des Rieser-Kernes in Defereggen beträgt 37 Kilom. Hier verschwindet der Tonalit, wie es scheint durch Ueberschiebung aus Süd; einzelne Spuren finden sich aber noch viel weiter im Osten. Teller fand solche im Iselthale und Canaval in noch grösserer Entfernung, doch in der gleichen Richtung, am Graa-Kofel in der Kreuzeck-Gruppe.[81] Diess gäbe von Taufers her eine Länge von etwa 85 Kilom. Merkwürdigerweise treten im äussersten Osten nochmals eruptive Felsarten von ganz ähnlicher Beschaffenheit hervor. Sie steigen bis in den muthmaasslich jurassischen Aptychen-Schiefer auf und durchdringen auch die archaischen Felsarten des Bachergebirges selbst.[82]

Wahrscheinlich wird sich einmal erweisen, dass von Taufers gegen Ost bis zum Bacher innerhalb des alpinen Gebietes eine zweite, der Hauptnarbe parallele Intrusivzone von tonalitischen Felsarten vorhanden ist.

Kehren wir aber zur Hauptdislocation, d. i. zur dinarischen Grenze zurück.

Von der Art und Weise, in welcher im östlichen Theile dieser Grenze das Eruptivgestein wieder hervortritt, geben Teller's Arbeiten ein anschauliches Bild.[83]

Man kann die Stelle des ersten Hervortretens kaum genau bestimmen, denn auch hier ist sie durch gegen N. gerichtete Ueberschiebung verdeckt. Zuerst ist es ein nahe O. streichender schmaler Zug von Granitit; dann fügt sich an dessen Südseite ein Zug von im Contact hochverändertem Schiefer (*Sf*, Fig. 16); an den letzteren fügt sich noch etwas weiter im Osten südwärts ein Zug von Tonalit, oft durch nachträglichen Druck in Tonalit-Gneiss verwandelt. Diese drei Züge, von welchen der dritte später der mächtigste wird, ziehen nun enge verbunden gradlinig gegen O., dann gegen OSO. Ihre grösste Gesammtbreite ist 3—5 Kilom. und die Gesammt-

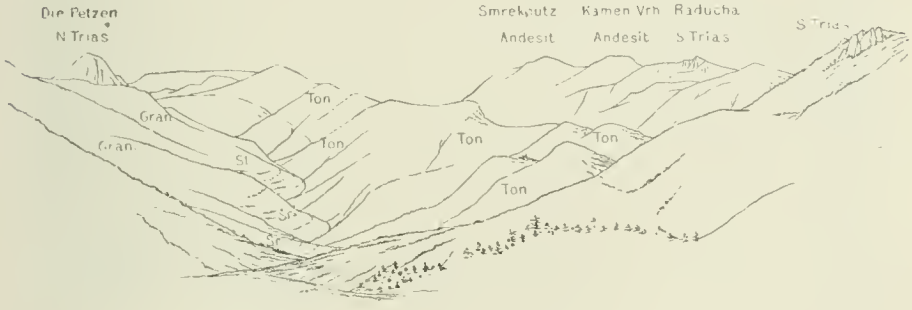


Fig. 16. Blick vom Ouschowa-Sattel in das Miss-Thal.

länge misst mit Zuzählung eines nahe dem Fusse des Bacher vorliegenden Stückes, 58 Kilom. Im östlichsten Theile sieht man nur Tonalit. Der Granitit ist das jüngere Glied und bildet eine zweite Injection in derselben Dislocationszone. Die sichtbare Breite ist namentlich im Westen durch Ueberschiebung beeinflusst.

Die gesammte Länge der Linie Judicarien-Bachergebirge beträgt 420 Kilom. Von diesen sind etwa 193 Kilom. von tonalitischer Intrusion begleitet. 1. Adamello, 43 Kilom., sehr breit, von der Störungslinie im Osten (Judicarien-Linie) und im Süden (Trompia-Linie) etwas gegen W. und N. abgerückt, aber noch innerhalb der dinarischen Facies der Trias gelegen, deren Grenze hier unbekannt, aber W. von der Judicarien-Linie gelegen ist. 2. Iffinger-Brennerstrase, etwa 55 Kilom., liegt wahrscheinlich

ganz an der Dislocation und der Grenze der Facies; am Iffinger etwas breiter angeschwollen, sonst schmal. 3. Rieser-Ferner, 37 Kilom., ist von der Dislocations-Linie um 9 Kilom. nach Norden abgerückt, liegt ganz in alpinem Gebiete, schwillt im Westen zweimal (Reinwald-Kern und Rieser-Kern) auf 4 Kilom. Breite an, gegen Ost sehr schmal; zählt man die vereinzelten östlichen Vorkommnisse dazu, so erreicht die Länge bis zur Kreuzeck-Gruppe 85 Kil.; dieses wäre aber ein nördlicher Parallelzug. 4. Die östliche Strecke, mit Einschluss des letzten Auftretens in der Nähe des Bacher, 58 Kilom.; anfangs sehr schmal, dann in der östlichen Hälfte fast gleichmässig 1·8 Kilom. breit; durch einen grossen Theil der Länge an der Nordseite begleitet von einer parallelen, jüngeren Intrusion von Granitit, welche sehr schmal ist, aber O. von Koprein örtlich auf 2 Kilom. anschwillt.

Diese bogenförmige, über 400 Kilom. erreichende Intrusion muss bei der Gleichartigkeit des Gesteins und der Lage als eine einheitliche Erscheinung von gleichem Alter angesehen werden. Man kann kaum von Consanguineität im Sinne von Iddings sprechen, so gleichartig ist die Felsart; allerdings ist sie durch nachträgliche Bewegung öfters in Tonalit-Gneiss verwandelt. Der jüngere Granitit des Ostens stammt ohne Zweifel aus demselben Magma-Herde. Im Osten erscheint dann Andesit, welcher jünger ist als beide.

Vielerlei Eruptivgesteine sind seit den palaeozoischen Diabasen innerhalb dieses Raumes hervorgetreten. Eine Hinweisung auf Brögger's Betrachtungen über dieselben möge genügen.[84]

Das Karnische Gebirge. In der Nähe von Sillian in Tirol wird das westliche Ende eines Gebirgszuges sichtbar, welches, obwohl innerhalb der Grenznarbe gelegen, doch von den Dinariden selbständig und, ähnlich der Cima d'Asta, älter ist als diese. Ein Blick auf I, S. 322 zeigt ein breites Gebiet alter Phyllite zwischen dem Nordrande des Porphyrs und dem eingefalteten Triaszuge bei Brunneck, welcher vom Lienzer Gebirge kommt. Es ist sehr zweifelhaft, ob es dieselben Phyllite sind, welche weiter im Osten auftreten. Oberhalb Sillian hat Geyer auf der Nordseite des Thales und nicht weit von dem eingeklemmten Triaszuge das erwähnte

westliche Ende einer palaeozoischen Gesteinsfolge angetroffen, welche bald beträchtliche Breite gewinnt, 100 Kilom. weit als das Karnische Gebirge an der Südseite des Gailthales hinstreicht und sich noch weiter gegen Ost fortsetzt. Südlich von der Rienz lagert diese palaeozoische Serie oberhalb Sillian auf Quarzphyllit, welcher, abweichend von dem anderen Gebirge, gegen SO. streicht (Helmspitz, 2450 M.; Eisenreich, 2664 M. u.s.f.), Comelico erreicht und erst in der Nähe von Forni Avoltri verschwindet. Gegen Nord liegt vor der palaeozoischen Zone im Gailthale eine Zone von Glimmerschiefer und Gneiss. Dieser folgt gegen Nord die Nordalpine Trias der Gailthaler Alpen.

Den Arbeiten Geyer's ist aber Folgendes zu entnehmen.[85]

Im Süden liegt ziemlich flach die dinarische Trias bei Sexten. Die Quarzphyllite (Helmspitz u. s. w. und Comelico) und die palaeozoischen Schichten des Karnischen Gebirges gehören einer und derselben tektonischen Einheit an und bilden in wiederholten Schuppen ein mächtig gegen N. überschobenes Gebirge. Die Glimmerschiefer und Gneisse im Gailthale bilden ein gleichfalls stellenweise gegen N. überschobenes Gewölbe. Die alpine Trias der Gailthaler Alpen ist gleichfalls gegen N. bewegt.

Weiter gegen Ost ändert sich die Sachlage; die Quarzphyllite von Comelico sind verschwunden; obercarbonischer Fusulinenkalk legt sich discordant auf die abradirten Karnischen Falten.

Das Karnische Gebirge ist ein sowohl den Dinariden als den Alpen fremdes Gebirge von selbständigem Streichen und von variscischem Alter, nordwärts gefaltet, welches an dem Südrande des Dislocations-Gürtels unter den Dinariden hervortritt.

Dieses ältere Gebirge ist der Gegenstand zahlreicher verdienstlicher Studien gewesen; Stache brachte die ersten Graptolithen; Frech lieferte viele werthvolle Untersuchungen, namentlich auch über das Devon; Taramelli und seine Schüler erforschten den südlichen Abhang; dann folgte durch Geyer die genaue Aufnahme des ganzen in Oesterreich liegenden Theiles.[86] Man kennt bis heute aus demselben nach den Versteinerungen Spuren des Unter-Silur, beide Stufen des böhmischen Ober-Silur, verschiedene

Theile des Devon mit Inbegriff des Clymenienkalkes und an einer östlicher gelegenen Stelle (Nötsch bei Bleiberg) das Unter-Carbon mit Product. giganteus. Dann folgt das discordante Ober-Carbon.[87]

Im äussersten Westen bildet das tiefste Glied der palaeozoischen Serie, durch Diabas[88] und Grünschiefer kennbar, in grosser Mächtigkeit die nördlichen Abhänge und reicht, indem die Quarzphyllite versinken, weit auf die Südseite hinüber. Geyer beschreibt die Sachlage. Das Ober-Silur liegt in nach Norden geöffneten Synclinalen.

Etwas weiter gegen Ost wird in den Synclinalen auch der devonische Kalkstein sichtbar und bildet nun die Gipfel (Paralba, 2692 M.; Königswand, 2684 M.). Je weiter man nach Osten gelangt, umso tiefer sinkt die tektonische Axe des Gebirges, denn die tieferen Glieder treten zurück und das Devon nimmt zu. Endlich taucht dieser ganze, ältere, enggefaltete Aufbau unter die flache obercarbonische Transgression, über welche das Perm und da und dort, wie am Gartnerkogel bei Hermagor, eine vereinzelte Scholle der südlichen Trias gelagert ist.[89]

Man könnte sagen, dass das ganze Gebirge gegen Ost versinkt und gegen West keilförmig sich aushebt und es fällt auf, dass dieses Ausheben ganz nahe an jener Stelle eintritt, an welcher das Triasgebirge von Lienz sich gegen West aushebt, nur die Wurzeln von Brunneck und Inner-Villgratten zurücklassend.

Weiter im Osten, etwa von Mauthen in der Mitte des Gailthales an bis über Hermagor, tritt die folgende Veränderung ein. Die tiefsten Lagen, Diabase und Grünschiefer, sind nur mehr an dem Nord-Abhange sichtbar, aber während das Gebirge von S. gegen N. gefaltet ist, stellen sich diese älteren Glieder gegen den Nord-Fuss hin senkrecht oder sind gegen N. geneigt, so dass die Gesammtheit eine nach N. bewegte Wölbung bildet, welche scharf abschneidet gegen den nördlich vorliegenden Glimmerschiefer des Gailthales.

Noch weiter im Osten erscheint eine lange und schmale Zone von Grünschiefer und Diabas im Norden des Granititzuges, zwischen diesem und der alpinen Trias der N.-Karawanken, welche wahrscheinlich dem tiefsten Gliede der palaeozoischen Serie gleich-

zustellen ist, und es ist nicht ganz sicher, ob nicht noch etwas nördlicher und mitten im Gebiete der Alpen die im Missthale sichtbaren Schiefer mit Diabas auch hieher zu zählen seien.[90]

Die typischen Vorkommnisse von petrefactenführendem Silur und Devon sind aber im Osten von der Südgrenze der Alpen und dem Tonalitzuge völlig abgelöst. Sie bilden innerhalb der Dinariden einen selbständigen, langen Höhenzug, welcher der Tonalit-Linie annähernd parallel, von ihr aber durch die der dinarischen Trias angehörigen felsigen Züge der Koschuta und Uschowa getrennt ist. Dieser palaeozoische Höhenzug (Stegunek—Seeberg—Wistra-Sattel) besteht aus normalen oder gegen N. überschobenen Falten, und ist, ganz wie im Westen, von discordantem Ober-Carbon umgeben. Er wird in der Regel als ein Theil der Ost-Karawanken bezeichnet, aber unter diesen Namen fällt von N. gegen S. zuerst ein alpiner Kalkzug (Obir, Petzen u. s. w.) dann die Granitit- und Tonalitzone (Kappel, Schwarzenbach), ein dinarischer Kalkzug (Koschuta, Uschowa), endlich dieser palaeozoische Zug mit seiner obercarbonischen Umrandung. Die Karawanken zergliedert zu haben, ist das grosse Verdienst F. Teller's.[91]

Die Strecke, auf welcher mit Bestimmtheit ein gefaltetes palaeozoisches Gebirge von höherem Alter als Ober-Carbon bekannt ist, reicht von Sillian bis zum Wistra-Sattel und beträgt beinahe 200 Kilom. Es liegt, mit Ausnahme der fraglichen Vorkommnisse des Missthales, ganz in dinarischem Gebiete oder in dem Gebiete des Eruptivzuges an der Nordgrenze desselben. Vielleicht gehören ihm auch die hochveränderten Schiefer zwischen Tonalit und Granitit an. (Thalsohle in Fig. 16.)

Transgression der dinarischen Decke. Am Tsin-ling-shan, wie in den Oasen von Kansu, wie in dem ganzen Bereiche der variscischen und der armoricanischen Bogen sieht man eine durchgreifende Discordanz, welche bald dem Ober-Carbon und bald dem Perm zugeschrieben wird. Im Jarkendbogen fand sich am Tekelik-tag obercarbonische Discordanz und weiter im Süden, am Flusse Gussass, wurde die Discordanz in die permische Zeit gestellt, als muthmaasslich gleichzeitig mit der Discordanz der

Productus-Shales, welche in einem beträchtlichen Theile des Himálaya auftritt. Hier ist die willkommene Gelegenheit, um das Wesen einer solchen Discordanz genauer zu betrachten.

Zuerst ist die Schichtfolge der jüngeren Serie festzustellen.

Wir folgen Frech in der Annahme, dass an der Basis dieser jüngeren Serie, sowie überhaupt im Karnischen Gebirge, die Stufe des Spirif. mosquensis, welche in Asturien die Discordanz anzeigt, noch nicht gefunden worden ist und bezeichnen, gleichfalls mit Frech, das tiefste Glied als *A.* Auernigg-Schichten, Zone des Spirif. supramosquensis, entsprechend der Gshel-Stufe in Russland und hier wechselnd mit Lagen, welche die Flora von Ottweil (Pecopteris arborescens u. And.) enthalten.[92] Ihnen folgt hier *B.* Schwarzer Kalkstein mit Schwagerina princeps.

Das dritte Glied ist der lichte, öfters rosenrothe Fusulinenkalk, in welchem Schellwien bei Neumarktl in Krain eine reiche, jener von Sosio in Sicilien verwandte Fauna entdeckt hat (Agathiceras, Scacchinella u. A.). Wir nennen sie, wie Schellwien und Geyer, *C.* Trogkofel-Schichten.[93] Ihnen folgt, wie aus Geyer's Beobachtungen der Auflagerung entnommen werden kann, das bunte Quarz-Conglomerat *D.* Verrucano, mit ungleichmässiger Verbreitung.[94] Ueber dem Verrucano, vielleicht von demselben nicht zu trennen, lagert *E.* der rothe Grödner Sandstein, öfters mit Porphyr-Geröllen, permischen Pflanzen (Walchia) und nach oben mit Gyps. Ihn bedeckt *F.* der Bellerophon-Kalkstein; seine Fauna hat Stache zuerst bekannt gemacht; sie ist ganz fremdartig (Nautilus crux, Spirif. vultur u. A.); Diener hat Ammoniten (Paralecanites) in derselben entdeckt, aber eine Parallele mit anderen Faunen ist bis heute unmöglich.[95] Er ist überlagert von *G.* dem Werfner Schiefer, welcher ohne Zweifel der skythischen Abtheilung der unteren Trias angehört. Ueber dieser liegt die ganze mächtige Reihe von mesozoischen Meeresbildungen, welche den grössten Theil der Dinariden bildet.

A. Die Auernigg-Schichten schmiegen sich an die abradirte karnische Oberfläche und die eingeschalteten pflanzenführenden Bänke verrathen die Nähe des Ufers. Geyer findet aber nicht ganz gleichförmige Auflagerung. Es dürfte im Gegen-

theile stellenweise Anlagerung erfolgt sein, denn jüngere Theile dieser Stufe erreichen in solcher Weise unmittelbar den Devonkalk, als ob über die alte Oberfläche widerstandsfähige Kalkmassen aufgeragt hätten.[96] Sie gelangen bei Schwarzenbach an den Tonalitzug, ohne jedoch irgendwo in das alpine Gebiet über zutreten. In östlicher Richtung bleiben sie durch Süd-Steiermark als die Unterlage der dinarischen Schichtfolge auf eine grosse Strecke innerhalb der Save-Linien sichtbar und Rolle erkannte bereits vor Jahren, dass das Eisenerz von Weitenstein carbonische Fossilien enthalte.

Innerhalb des periadriatischen Gebietes ist noch an vielen Stellen die Gelegenheit geboten, um die Auflagerung der dinarischen Serie auf älterem Gebirge zu sehen, aber nirgends sieht man marines Ober-Carbon. Diese Gelegenheit ergibt sich unter dem nördlichen Schichtenkopfe der Trias von Klausen bis an die Südseite des Quarzphyllites in Comelico und von Forni Avoltri, dann an dem Bruche der Val Sugana und an den Aufbrüchen, welche den Adamello im Osten und im Süden begleiten, und in ihrer muthmaasslichen Verlängerung bis zur Sesia. Ausserdem kommt nahe der Mitte des Südrandes dieses Gebietes bei Recoaro und in den Valli dei Signori in einem ‚Fenster' die Unterlage zum Vorscheine. Dieses Wort wurde von unseren Fachgenossen in der Schweiz in Gebrauch gesetzt und es wird fernerhin hier für Fälle verwendet werden, in welchen durch Erosion ein zweites, unterliegendes tektonisches Element sichtbar wird, wo also die örtliche Abtragung tief genug greift, um entweder die Ebene einer Discordanz oder eine Wechselfläche zu durchschneiden. Die Auflagerung am Rande dieses Fensters hat Tornquist zum Gegenstande einer besonderen Untersuchung gemacht.[97] Endlich gelangen im Osten an mehreren Orten und insbesondere zwischen den mächtigen Kalkmassen der Menina und der Steiner-Alpen (NO. von Stein) schiefrige und gneissartige Felsarten auf Brüchen und auch durch Abtragung zum Vorschein. Den verwickelten Bau hat Teller beschrieben.[98]

An keiner dieser zahlreichen Stellen, welche das periadriatische Gebiet rings umgeben, hat man bisher eine Spur von

marinem Ober-Carbon angetroffen. Aber auch die tiefere palaeozoische Serie des Karnischen Gebirges ist nirgends zu sehen. Im Norden, in den Alpen, sieht man auf der Stangalpe und am Steinacher Joch (Brenner) Landpflanzen, welche nach Stur obercarbonisches Alter haben, aber innerhalb der dinarischen Grenze sind mir solche in einiger Entfernung vom Karnischen Gebirge nicht bekannt; die Vorkommnisse von Assling in Ober-Krain gehören noch seiner Umgebung an[99] und jene von Manno bei Lugano sind älter und sind dem unterliegenden Phyllit eingefaltet.[100]

C. Die Trogkofel-Schichten, lichte petrefactenreiche Kalksteine, welche auf dem Trogkofel ungefähr 400 M. mächtig werden, zeigen auf diesem Berge in einem bestimmten Horizonte die Neigung, in eine Breccie von eckigen Blöcken überzugehen.[101] An entfernteren Stellen sieht man öfters an Stelle des mächtigen Kalksteins nur diese Breccie. Stache erkannte schon bei Beginn dieser Studien ihre Bedeutung und Stellung und nannte sie die Uggowitzer Breccie. Da anstehende Riffe oft weit und breit nicht nachzuweisen sind, spricht Teller geradezu von einer Aufbereitung der Kalkfelsen zu Breccie.[102]

Die Verbreitung dieser Schichten und der Uggowitzer Breccie folgen beiläufig jener der Auernigg-Schichten. Sie reichen auch nach Ost in das Gebiet der Savefalten, breiten sich in gleicher Weise nicht weiter gegen Süd aus, aber die Breccie geht weiter gegen West. Sie wurde in der Nähe von Sexten in Tirol, wohl 100 Kilom. westlich von dem westlichsten Riff, von Hörnes entdeckt, und die Profile, welche Geyer von hier geliefert hat, sind höchst lehrreich.[103]

Ueber dem Quarzphyllit, welcher die SW.-Seite des Zuges von Comelico und zugleich das tiefste Glied des Karnischen Gebirges ist, liegt an einer Stelle dunkler Kalkstein, welcher möglicherweise dem Gliede *B.* entspricht und am Matzenboden sieht man einen entfernten und nicht bedeutenden Ausläufer des Quarzporphyrs von Botzen, welcher den Nordwesten des periadriatischen Gebietes einnimmt. Ueber dem Porphyr liegt, nur 4—6 M. mächtig, die Uggowitzer Breccie und über dieser liegen 150—200 M. Verrucano, 2—300 M. Grödener Sandstein, Gyps, Dolomite und Rauchwacken, endlich der Bellerophon-Kalk.

Hiemit ist noch genauer wie bisher das Alter wenigstens eines Theiles des Porphyr's festgestellt; der Ausläufer ist wahrscheinlich einer Tiefenlinie gefolgt; diesem Umstande entspricht wohl auch die beträchtliche Anschwellung des Verrucano und des Grödner Sandsteins und umso auffallender ist die geringe Mächtigkeit der vom Verrucano nicht ganz scharf getrennten, lichten Breccie.

D. Verrucano und *E.* Grödner-Sandstein. Der erstere tritt an einzelnen zerstreuten Orten auf, während der letztere sich weit ausbreitet. Man sieht ihn um den Porphyr von Botzen und auf der Höhe desselben (Ritten), in Val Sugana und rings um den Adamello, sowie rings um das Fenster von Recoaro. Innerhalb des palaeozoischen Gebirges liegt er z. B. am Achomitzer Berge unmittelbar auf Unter-Silur. Es sind nicht viele Stellen in dem ganzen Gebiete, an welchen die fast allgemeine Ueberdeckung durch den Grödner-Sandstein nicht sichtbar wäre und er bildet auch jenseits der dinarischen Grenze in den Gailthaler Alpen die Unterlage der alpinen Trias. Nur gegen Osten, namentlich gegen Süd-Steiermark, tritt er zurück.

Der Grödner Sandstein ist aber keine Meeresbildung. Die einzigen organischen Reste, welche er, zumeist an seiner Basis geliefert hat, sind Landpflanzen und gegen oben stellen sich häufig Gypsletten und Gyps ein. Die vorhandenen Merkmale sind jene der Gobi-Serie. Sie deuten auf eine continentale Wüstenbildung mit abflusslosen Lachen.

Die grosse Ueberdeckung durch den Grödner Sandstein entspricht der Zeit nach einer Recession des Meeres. Sie hat sich unter ganz anderen Umständen und insbesondere unter ganz anderen Beziehungen zum Relief vollzogen als die marinen Transgressionen.

F. Der Bellerophon-Kalkstein. Bei dem neuerlichen Eintritte des Meeres findet es völlig geänderte Verhältnisse und die Verbreitung dieser Stufe ist daher verschieden von jener der früheren Meeresablagerungen. Namentlich fehlt die Ausbreitung gegen Ost.

Der Bellerophon-Kalkstein tritt nicht in die Alpen ein; Diener bezeichnet als die Grenzen seiner typischen Entwicklung:

Gröden gegen W., Pusterthal gegen N., Recoaro und Val Sugana gegen S. und die Gegend von Tarvis gegen O.[104] Ich kenne keine Stelle, an welcher Grödner Sandsteine fehlen und der Bellerophonkalk auftreten würde. Die Verbreitung scheint eher auf eine südliche Verbindung des Meeres hinzudeuten.

G. Zwischen der Menina und den Steiner-Alpen und weiter gegen Ost, in der Richtung der Save-Falten beginnt die transgredirende Schichtreihe erst mit dem Werfner-Schiefer, wie in dem grössten Theile der nordöstlichen Alpen. —

An die Spitze einer Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse tritt eine allgemeine Erfahrung. Die dinarische Decke mag mit irgend einer Stufe von den obercarbonischen Auernigg-Schichten bis zum Werfner Schiefer beginnen, aber von dieser Auflagerung aufwärts ist bis in späte Zeiten keine tektonische Discordanz sichtbar. Ungleichartigkeiten mögen durch die Ergüsse von Quarzporphyr, durch die Tuffe der Wengener Stufe und andere Umstände veranlasst worden sein, aber eine allgemeine Gebirgsbewegung erkennt man innerhalb dieser Serie nicht. Die Schollen von Neocom sind z. B. an der Croda d'Antruilles in einen Graben versenkt, aber sie stehen in concordantem Verbande mit ihrer normalen Unterlage, und dieser concordante Verband reicht in der Etschbucht bis in die Schichten von Schio.

Es ist eine naheliegende und sehr naturgemässe Folgerung, dass die Transgression über eine unebene Oberfläche erfolgt ist. Aus dem Erscheinen des Quarzphyllit's im Fenster von Recoaro und dem Mangel der obercarbonischen Transgression an dieser Stelle schloss Tornquist, dass Recoaro schon zur palaeozoischen Zeit gegenüber den nördlichen Gebieten ein höher liegendes Massiv gebildet habe, welches sich vielleicht in das adriatische Gebiet fortsetzte. Wir kennen nicht das Alter des Phyllit's von Recoaro. Kaum wird es aber möglich sein, der Annahme sich zu entziehen, dass schon in sehr früher Zeit über eine beträchtliche Strecke die mächtigen Lagen von Silur und Devon entfernt worden sind, deren Reste im Karnischen Gebirge sich erhalten haben. Auf dem Quarzphyllit von Comelico

liegen unmittelbar der Porphyr und die Uggowitzer Breccie, und auf der anderen Thalseite trägt derselbe Quarzphyllit das Silur. Auch darf nicht vergessen werden, dass im Westen, bei Manno, dem Thonglimmerschiefer das pflanzenführende Mittelcarbon concordant eingefaltet ist.

Es scheinen wirklich bedeutende Ungleichheiten der Oberfläche vorhanden gewesen und scheint der Norden tiefer gewesen zu sein. Man kann nämlich, so weit die heutigen Beobachtungen reichen, folgende Anordnung wahrnehmen.

Zuerst dürfte das obercarbonische Meer von Osten her zwischen dem Gebirge von Agram und dem Bacher eingetreten sein und eine lange Bucht im N. Theile der heutigen Dinariden gebildet haben, das Karnische Gebirge theils umgebend und theils bedeckend, welches auf seinem Rücken die Ottweiler Flora trug und aus seinen Quarzphylliten die weissen Quarzconglomerate des Obercarbon lieferte. Zur Zeit der Trogkofelschichten, d. i. der Fauna der Scachinellen, war die Sachlage im Wesen dieselbe, und wenn wir annehmen dürfen, dass die Uggowitzer Breccie bei Sexten ihre unmittelbare Fortsetzung sind, ergibt sich, dass die Bucht gegen West sich verlängert hatte, und dass ein Theil des Quarzporphyr's bereits ergossen war. Hierauf treten continentale Verhältnisse ein und bildet sich die Decke von Grödner Sandstein und Gyps als der Untergrund einer Wüste. Das Meer des Bellerophon-Kalksteins kommt wahrscheinlich aus dem Süden, und ihm folgt überwiegende, doch nicht ganz ununterbrochene positive Verschiebung des Strandes (z. B. Raibler Schichten) durch sehr lange Zeit und schafft die mächtige concordante Decke.

Obwohl daher die Discordanz mit verschiedenen Horizonten, von der Zone des Spirif. supramosquensis bis zum Werfner Schiefer, einsetzen mag, ist innerhalb dieser Zeiträume eine wesentliche tektonische Veränderung nicht wahrnehmbar.

Jüngere Bewegungen. Aus dem concordanten Verbande der Decke ergibt sich zugleich, dass die Dislocationen, von welchen sie heute durchsetzt ist, jung sein müssen. Sie sind in der That nicht von hohem, aber sie sind von verschiedenem Alter und auch von verschiedener Art.

Zuerst entsteht die Frage nach dem Alter der tonalitischen Narbe. Salomon hat mit nicht geringem Scharfsinn zu zeigen versucht, dass die Intrusion entweder während der Kreide- oder während der älteren Tertiärzeit erfolgt sei, und später sich für das tertiäre Alter ausgesprochen, während Lepsius die Annahme eines so jungen Alters nicht als begründet ansieht.[105] Im Adamello kann man bei strenger Prüfung der Thatsachen nur als feststehend ansehen, dass der Tonalit jünger ist als beträchtliche Theile der Trias. Im Osten lernt man etwas mehr. Wenn, wie es wahrscheinlich ist, die porphyritischen Gesteine von Prävali in Kärnten als dem Tonalit gleichzeitig anzusehen sind,

Fig. 17. Schematische Darstellung des Zusammentreffens der Tonalit-Linie mit dem Bacher-Gebirge.

(Auf Grund von F. v. Hauer's Uebersichtskarte v. Oesterreich u. Teller's Specialkarte Bl. Prassberg.)

kann nach Teller die Intrusion nicht vor dem letzteren Theile der Juraperiode erfolgt sein. Ferner zeigt Teller, dass der alpine Kalkzug der N. Karawanken im Osten, bei Windischgratz in S.-Steiermark, quer abbricht, und dass dem Bruche die Gosau-Kreide als jüngeres Glied angelagert ist. Dieser Bruch erreicht zwar nicht ganz den Tonalit, und Teller zieht keinen weiteren Schluss auf das Alter, aber die Verhältnisse scheinen zur Zeit der Gosau-Kreide doch bereits den heutigen ähnlich gewesen zu sein.[100] Endlich legt sich der Andesit des Smrekouz unmittelbar über die bereits völlig blossgelegte Narbe. Dieser Andesit ist jünger als Cast. Gomberto und älter als die aquitanische Kohle

mit Anthracoth. magnum; in seinen Tuffen liegt Anenchelum. Er gehört einem langen Zuge von andesitischen Vorkommnissen an, welcher hart am Tonalit beginnt und mit der Richtung SO. die Save-Falten schräge durchschneidet. (Fig. 17.)

Das verschiedene Alter der Bewegungen ergibt sich aus dem Verhalten der tertiären Schichten. Mitten im östlichen Kalkgebirge sieht man Ingressionen, welche Thäler voraussetzen; in der Regel beginnen sie mit dem Horizont von Cast. Gomberto; im Polschizza-Graben NW. von Krainburg habe ich darunter die Laverda-Stufe getroffen. Nichtsdestoweniger sind weiter im Osten mediterrane Schichten in den Save-Linien hoch emporgetragen und gefaltet, ähnlich den Schio-Schichten in den Etschfalten.

Abgesehen von diesen ausstrahlenden Linien und von untergeordneten Querbrüchen ist aber das ganze hier betrachtete Gebiet von zwei Bewegungen beherrscht.

Die erste ist die treppenförmige Senkung gegen die Adria und das Streben nach Ueberschiebung nach derselben Richtung. Der bereits gegebenen Darstellung dieser Bewegung (I, 311) ist hinzuzufügen, dass sie auch nördlich von den Asta-Brüchen in höherem Maasse kennbar ist als damals angegeben wurde. Namentlich hat Salomon gefunden, dass die ganze Marmolata in Schuppen südwärts überschoben ist.[107]

Die zweite, völlig verschiedene Bewegung sieht man im Norden, und zwar von Sexten und Comelico an bis weit nach Osten. Es wurde bereits gesagt, dass das ältere Karnische Gebirge heftig gegen Nord gefaltet ist. Man möchte meinen, dass diese Bewegungsrichtung wieder erwacht sei. Sie beherrscht nicht nur die archaischen Gesteine des Gailthales, sondern greift nach N., und die alpine Trias der Gailthaler Alpen zeigt nach Geyer allenthalben Bewegung gegen N.[108] Sogar die O. Fortsetzungen des Tonalites des Rieser-Ferners in Defferegggen sind gegen N. überschoben.[109] Auch die östliche Fortsetzung des Karnischen Gebirges (Stegunek) ist gegen N. überschoben; auch hier setzt die Bewegung nordwärts über die dinarische Grenze; der Tonalit hat Gneiss-Structur angenommen, und deutlich ist an mehreren Orten die dinarische Schichtenreihe von S. her auf den Tonalit geschoben. N. vom Tonalit ist im

Vellach-Thale bei Kappel die ganze alpine Trias gegen N. überworfen. Man sieht aber, in diesem Thale gegen Süd gehend, in der Trias ein Knie; der höhere Theil ist nordwärts überschoben und fällt gegen S.; der tiefere liegt normal und fällt gegen N., so dass man an einer Stelle an der Ostseite des Thales Fall. N. und an der Westseite Fall. S. sieht, als wäre die Ueberschiebung von oben gekommen und hätte nur die höheren Lagen ergriffen.[110]

Auf eine Strecke von mehr als 200 Kilom. tritt daher am Nordrande des periadriatischen Gebietes im vollen Gegensatze zu der sonst herrschenden Bewegung gegen Süd, die nördliche Bewegung ein. Ich möchte die Vermuthung wiederholen, dass die letztere in irgendwelcher ursachlicher Verbindung mit der intercarbonischen nördlichen Faltung des Karnischen Gebirges stehe. Nirgends scheint sie sich weit südwärts von diesem alten Gebirge und seinen östlichen Fortsetzungen zu äussern, dagegen pflanzt sie sich ohne Zweifel ziemlich weit gegen Nord, über den Tonalitzug hinaus in die benachbarten Theile der Alpen fort.

Es frägt sich, auf welche Weise sich diese beiden entgegengesetzten Bewegungen, die gegen Süd gerichtete periadriatische und dinarische und die gegen Nord gerichtete karnische Bewegung, begegnen. Man sollte einen Fächer erwarten oder ähnliches. Die Sachlage ist aber eine ganz andere.

Bei Ponteba sieht man nur einen sehr steilen Abbruch zwischen Ober-Carbon und Trias (Zirkelspitzen, I, 343, Fig. 36) am Südrande des alten Gebirges, und gegen Süd folgen jenseits des Thales die grossen gegen Süd bewegten periadriatischen Kalkschollen. So scheint es in der ganzen Westhälfte dieser Strecke zu sein; anders ist es im Osten. Um hier den Bau zu schildern, ziehen wir ein NS.-Profil durch die Mitte von Teller's Karte von Eisenkappel.

Im Norden liegt die alpine Trias; südlich von dieser folgt eine schmale Zone von grünem Schiefer, dann der Granitit-Zug, dann im Contact veränderter Schiefer und nur wenig östlich davon tritt auch der Tonalit hervor; dann folgt gegen Süd ein schmaler Zug von dinarischer Trias, hierauf Ober-Carbon, die Discordanz und hierauf Silur und Devon des alten und zum Karnischen Gebirge gehörigen Zuges Stegunek—Seeberg. Alle diese

Zonen sind gegen Nord überschoben. Dem alten Gebirge Stegunek—Seeberg ist auf der Südseite die erste der breiten südlichen Kalkschollen aufgelagert. Es sind die Steiner Alpen.

Sie bilden, etwa 2000 M. hoch, auf einem Quadrat von 15 bis 17 Kilom. Seite, ein steilumgrenztes, typisches Kalkmasiv der dinarischen Trias. Zu ihnen gehört die grosse Triasscholle im Südwesten von Fig. 17. Ihre breite Nordseite ist der silurischen Unterlage gefolgt und zeigt die Wirkungen der Bewegung gegen Nord. Ihre Südseite aber ist gegen Süd überschoben, und zwar liegt die Trias über einer überstürzten tertiären Serie, in deren tiefstem Gliede Ostr. fimbrioides auftritt.[111]

Die grosse Kalkmasse ist daher im Norden im karnischen Sinne gegen Nord und im Süden im periadriatischen Sinne gegen Süd bewegt. Sie ist aber dabei weder gestreckt noch zu einem Fächer zusammengedrückt worden. Diese Bewegungen können nicht gleichzeitig stattgefunden haben. Die Steiner Alpen wurden als eine ziemlich starre Masse einmal nach Nord und ein anderes Mal gegen Süd bewegt. Dass diese Meinung richtig ist, ergibt sich auch daraus, dass die Nordgrenze der südlichen Bewegung nicht regelmässig ist, sondern dass westlich von den Steiner Alpen Teller schon weiter im Norden südliche Ueberschiebung getroffen hat.[112]

Die südliche, periadriatische Bewegung dürfte die jüngere sein, und höchstwahrscheinlich ist die nördliche Bewegung sogar älter als der Querbruch von Windischgratz, welchem die Gosau-Kreide angelagert ist. Es bleibt aber auch denkbar, dass beide Bewegungen abwechselnd eingetreten sind.

Diese Einzelheiten lehren dass die tonalitische Narbe, welche zugleich die Grenze der alpinen und der dinarischen Entwicklungsform der Trias ist, ohne Zweifel irgend eine sehr grosse Bewegung des Gebirges anzeigt, dass aber nichtsdestoweniger spätere Gebirgsbewegungen keineswegs durch diese Narbe gehemmt werden.

Anmerkungen zu Abschnitt VIII: Die Tauriden und die Dinariden.

[1] Edm. Naumann, Die Grundlinien Anatolien's und Central-Asien's; Hettner, Geogr. Zeitschr., 1896, II, S. 7—25, Karten; z. Th. auch in dess. Vom Goldnen Horn zu den Quellen des Euphrat; gr. 8°, 1893, S. 373 u. folg.

[2] H. Abich, Geol. Forschungen in den kaukas. Ländern; 4°, 1882, II, S. 185 u. an and. Orten; auch W. J. Hamilton, Reisen in Kleinasien, Pontus und Armenien, deutsch. Ausg. 1843, I, S. 197 u. folg.

[3] Eine gute Beschreibung des östlichen Theiles in R. Oberhummer und H. Zimmerer, Durch Syrien und Kleinasien; 8°, 1899; insb. L. v. Ammon ebendas. S. 330 u. folg.

[4] F. Schaffer, Geol. Studien im SO. Kleinasien; Sitzungsb. Akad. Wien, 1900, CIX, S. 498—525 u. 1901, CX, S. 5—18.

[5] M. Blanckenhorn, Grundzüge d. Geol. u. phys. Geogr. von N.-Syrien; 4°, Berlin, 1891, S. 6—14, Karte; vgl. I, 653, Anm. 43.

[6] Sowie früher Gaudry, hat seither Bergeat die Gesteine dieser Insel beschrieben. Nicht nur Serpentin und muthmaasslicher Kreidekalk sind vorhanden, sondern auch Spuren von Jura; A. Bergeat, Zur Geol. der massigen Gesteine der Insel Cypern; Tschermak, Min. Petr. Mitth., 1891, XII, S. 263—312, Karte.

[7] Blanckenhorn, Die Structurlinien Syriens und des Rothen Meeres; in Festschrift für Ferd. Freih. v. Richthofen; 8°, 1893, S. 115—180, Karte, insb. S. 178; Schaffer, II, S. 15.

[8] Naumann, Vom Goldnen Horn u. s. w. S. 372. Aus dem Westen von Angora stammen auch die von Pompecki beschriebenen Fossilien des Lias; Zeitschr. deutsch. Geol. Ges., 1897, XIX, S. 713—828.

[9] G. Ralli, Le bassin houiller d'Héraclée; Ann. soc. géol. de Belgique 1895—96, XXIII, p. 151—267, Karten; auch Schlehan, Versuch einer geognost. Beschreib. der Gegend zwisch. Amasry u. Tyrla-asy an der NO.-Küste von Kleinasien; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1852 IV, S. 96—142, Karte, und Garella et Huyot, Rapp. sur les Mines de Houille d'Héraclée; Ann. d. Mines, 1854, 5. sér. VI., p. 173—234. R. Zeiller, Etude sur la flore foss. du bassin houiller d'Héraclée; Mém. soc. géol. 1899, Nr. XXI, 91 pp.

[10] F. Toula, Eine geol. Reise nach Kleinasien; Neues Jahrb. f. Min., 1899, I, S. 63—70; dess. Eine Muschelkalkfauna am Golfe von Ismid in Klein-Asien in Waagen, Beitr. z. Palaeont. u. Geol. Oest.-Ung. u. d. Orientes, 1896, X, 153—157 u. dess. Eine geol. Reise nach Klein-Asien (Bosporus u. Südküste des Marmara-Meeres) ebendas. 1898 XII, S. 2—53, u. an and. Ort.

[11] Naumann, Grundlinien, S. 15.

[12] K. v. Fritsch, Acht Tage in Klein-Asien; Mitth. Ver. f. Erdkunde zu Halle, 1882, S. 101—139, Karte u. W. F. Wilkinson, Notes on the Geol. and Min. Resources of Anatolia; Quart. Journ. geol. Soc. 1895, LI. p. 95—97.

[13] Einzelne hervorragende Forscher, wie Douvillé, Comptes rend. 16. März 1896, und F. Toula, Neues Jahrbuch f. Min. 1898, haben die Vermuthung geäussert, dass der Balkan nicht in der Krim, sondern in Klein-Asien seine Fortsetzung finde. Hr. Douvillé stützt sich auf die übereinstimmende Schichtfolge bei Heraklea. Ich habe geglaubt, mich diesen Vermuthungen nicht anschliessen zu sollen. Der Bau des Landes zwischen Heraklea und Amasra spricht gegen dieselben. Hochstetter sagt, schon Boué habe hervorgehoben, dass es eine falsche Vorstellung sei, das Strandscha-Gebirge als einen SO.-Ausläufer des Balkan zu betrachten, ‚von dem er nicht nur geologisch, sondern auch geographisch vollständig geschieden ist' (Jahrb. geol. Reichsanst., 1870, XX, S. 390). Der alpine Typus der mesozoischen Sedimente ist durch neuere Entdeckungen an mehreren Orten nachgewiesen, wie durch die reichen Vorkommnisse Bosnien's, die Trias von Balia Maaden und durch Douvillé's Nachweis von Spuren der Trias in Griechenland.

[14] E. Tietze, Beiträge z. Geol. v. Lykien; Jahrb. geol. Reichsanst. 1885, XXXV, S. 283—384, Karte.

[15] G. Bukowski, Grundzüge des geol. Baues der Insel Rhodus; Sitzungsber. Akad. Wien, 1889, CXVIII, S. 208—272, Karte, insb. S. 220; dess. Geol. Uebersichtskarte d. Insel Rhodus; Jahrb. geol. Reichsanst., 1898, XLVIII, S. 517—688, Karte.

[16] Ders., Der geol. Bau der Insel Kasos; Sitzungsber. Akad. Wien, 1889, XCVIII, S. 653—669, Karte.

[17] J. Luksch und J. Wolf in Ber. Commiss. zur Erforschung d. östl. Mittelmeeres, III, Denkschr. Akad. Wien, LXI, S. 92 u. folg. Karte.

[18] W. R. Paton and J. L. Myres, Researches in Karia; Geogr. Journ. 1897, IX. p. 38—54, Karte, insb. p. 44 u. 51. Auch Tschihatschew hat den latmischen Gneisszug gekreuzt.

[19] G. Bukowski, Kurzer Vorbericht über die Ergebnisse der in den J. 1890 und 1891 im SW. Klein-Asien durchgeführt. geol. Untersuchungen; Sitzungsber. Akad. Wien, 1891, C, S. 378—399, insb. S. 386.

[20] M. Neumayr, Ueb. d. geol. Bau d. Insel Kos; Denkschr. Ak. Wien, 1879, XL, S. 213—314, Karte.

[21] R. Nasse, Ein Ausflug nach Samos; Zeitschr. Gesellsch. f. Erdkunde, Berlin, 1875, X, S. 222—235, Karte; auch Spratt, Geol. of the Isl. of Samos, Quart. Journ. geol. Soc. 1847, III, p. 65—67, Karten, u. Di Stefani, C. J. Forsyth-Major et W. Barbey, Samos: 4^0, 1892, Aperçu géol. par Di Stefani, p. 71—81.

[22] H. E. Strickland, On the Geol. of the Neighbourhood of Smyrna; Trans. Geol. Soc. 1840, V, p. 393—408, Karte; T. Spratt, Observ. on the Geol. of the S. Part of the Gulf of Smyrna and the Promontory of Karabournou; Quart. Journ. geol. Soc. 1845, I, p. 156—162, Karte; F. Teller, Geol. Beobacht. auf d. Insel Chios; Denkschrift. Akad. Wien, 1880, XL, S. 340—356, Karte.

[23] L. de Launay, Descr. géol. des Iles de Mételin et de Thasos; Archives des Missions, 1890, 3 sér. XVI, 48 pp., Karte; dess. Études géol. sur la Mer Egée; La Géol. des Iles de Mételin (Lesbos), Lemnos et Thasos; Ann. d. Mines, 1898, 9 sér. XIII, p. 157—319, Karten.

[24] J. S. Diller, Notes on the Geol. of the Troad; Quart. Journ. geol. Soc. 1883, XXXIX, p. 627—636, Karte. A. Philippson, Geol. Geogr. Reiseskizzen aus d. Orient; Sitzungsber. Niederrhein. Ges. Bonn, 1897, S. 41.

[25] G. v. Bukowski, Die geol. Verhältnisse der Umgeb. v. Balia Maaden im NW. Klein-Asien; Sitzungsber. Akad. Wien, 1892, CI, S. 214—235, Karte. H. Coquand, Notice géol. sur les envir. de Panderma (Asie min.); Bull. soc. géol. 1878, sér. 3, VI, p. 347—357. In dem wie es scheint nicht bedeutenden Aufschlusse hat aber Coquand Str. NW. beobachtet.

[26] R. Hoernes, Geol. Bau der Insel Samothrake; Denkschr. Akad. Wien, 1874, XXXIII, 2. Abth. S. 1—12, Karte.

[27] De Launay, Études géol. p. 45—82, Karte.

[28] L. de Launay, Géol. des Iles de Mételin, Lemnos et Thasos, pl. I.

[29] A. Philippson, Die griech. Inseln d. aegäischen Meeres; Verh. Ges. Erdk. Berlin, 1897, XXIV, S. 264—280, Karte; dess. La Tectonique de l'Egéide; Ann. de Géogr. 1898, Nr. 32, p. 112—141, Karte.

[30] P. Oppenheim, Beitr. z. Kenntn. des Neogen in Griechenland mit einer geol. Einleitung von A. Philippson; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1891, XLIII, S. 421—487.

[31] Bukowski, Grundzüge, S. 235 u. folg.

[32] V. Hilber, Geol. Reise in N.-Griechenland und in Macedonien, 1893; Sitzungsb. Akad. Wien, 1894, CIII, S. 575—601, insb. S. 596 u. folg.; K. A. Penecke, Marine Tertiär-Fossilien aus N.-Griechenland u. dessen türk. Grenzländern; Denkschr. Akad. Wien, 1897, LXIV, S. 41—65. Boué erwähnt bereits die tertiären Ablagerungen von Trikkala, ohne jedoch Fossilreste anzuführen; La Turquie d'Europe, deutsche Ausg. I, S. 195. Im J. 1892 beschrieb Dreger Nat. crassatina u. And. aus der Gegend von Koritsa nach eingesendeten Stücken; im J. 1893 drang Hilber bis Koritsa in Macedonien vor; im J. 1894 zeigten Philippson u. Oppenheim das Auftreten von Sedimenten mit Cerith. margaritaceum an der macedonischen Grenze N. von Trikkala u. beschrieben sie eine von Koritsa eingesandte Arca; dies. Tertiär u. Tertiärfoss. in Nord-Griechenl. sowie in Albanien u. s. w.; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1894, XLVI, S. 800—822. Gorceix, welcher die Knochenreste von Lápsista zuerst erwähnte, vermuthete die Fortsetzung der tertiären Ablagerungen gegen Nord.

[33] A. Boué, Der albanes. Drin u. die Geol. Albanien's, besonders seines tert. Beckens, mit einem Verzeichniss nordalbanes. tert. Petrefacten von M. Hörnes; Sitzungsber. Akad. Wien, 1864, XLIX, S. 179—193. Die Liste umfasst Arten der I. (Mytilus Haidingeri, Pecten solarium) u. solche der II. Mediterranstufe; die Funde stammen von zwei Orten, dem Berge Gradetz zwischen Durazzo u. Tyrana, u. dem Berge Sörel (Zurel) zwischen Tyrana und dem Mat (S. 184).

[34] E. Tietze, Geol. Uebersicht v. Montenegro; Jahrb. Geol. Reichsanst. 1884, XXXIV, S. 1—110, Karte; insb. S. 66 u. 88.

[35] V. Simonelli, Le sabbie fossilif. di Selenitza in Albania; Boll. soc. geol. ital. 1893, XII, p. 552—558; auch schon früher: Coquand, Bull. soc. géol. 1868, 2 ser. XXV, p. 20 u. folg.; für die Fortsetzung auf Corfu: Th. Fuchs, Die Pliocänbildungen von Zante u. Corfu; Sitzungsb. Akad. Wien, 1877, LXXV, S. 309—320.

[36] Die zahlreichen Schriften Philippson's über diesen Gegenstand sind in den letzten Jahrgängen der Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde in Berlin, und d. Deutsch. geol. Ges., jene Hilber's in den Sitzungsber. u. Denkschr. der Akad. Wiss. Wien enthalten.

[37] K. Oestreich, Reiseeindrücke aus dem Vilaj. Kosovo; Abhandl. geogr. Gesellsch. Wien, 1899, I, S. 331—372, Karte, insb. S. 338 u. folg.

[38] R. Hofmann, Antimon- u. Arsen-Erzbergbau ‚Allchar' in Macedonien; Oest. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwes. 1891, XXXIX, Nr. 16; Karte Taf. VI.

[39] F. Partsch, Die Insel Korfu; Peterm. Mitth. Ergänzungsheft Nr. 88, 1887, 97 S., Karte.

[40] A. Boué, La Turquie d'Europe; deutsche Ausg. Wien, 1889, I. S. 178; Rudisten u. Korallen zwischen Čardžilar u. Ostrowa.

[41] E. Naumann, Macedonien und seine neue Eisenbahnlinie Salonik-Monastyr; 8°, Münch. u. Leipz. 1894; 58 SS., insb. S. 46.

[42] J. M. Zujović, Contrib. à l'étude géol. de l'anc. Serbie; Ann. géol. de la Pénins. Balcanique, 1891, III, p. 124—135.

[43] J. Cvijić, Die macedon. See'n; ein vorläuf. Bericht; Mittheil. ungar. geogr. Gesellsch. Budapest (Föld. Közlem.) 1900, XXVIII; 16 SS., insb. S. 10, und gefällige mündliche Mittheilungen.

44 Philippson, Reisen u. Forschungen in N.-Griechenland, III; Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1895, XXX, S. 487 u. Karte ebendas. 1896, XXXI, Taf. 9.

45 Ders. Tectonique de l'Egéide, p. 117.

46 Hilber, Geol. Reise in N.-Griechenland u. s. w. S. 620. Einzelne Punkte waren bereits Boué bekannt; der Zusammenhang ist erst jetzt hervorgetreten.

47 Neumayr, Denkschr. Akad. Wien, 1878, XL, S. 112; Philippson, Zeitschr. Ges. Erdk. 1897, XXXII, S. 273; Hilber, Sitzungsber. Akad. Wien, 1894, CIII, S. 592 u. an and. Ort.

48 Philippson, Verh. Ges. Erdk. Berl. 1897, XXIV (Sitzungsber. v. 10. April 1897), Tectonique de l'Egéide, p. 119; und H. Baron v. Foullon u. V. Goldschmidt, Ueb. die geol. Verhältn. d. Inseln Syra, Syphnos u. Tinos; Jahrb. geol. Reichsanst. 1887, XXXVII, S. 1—34, Karten; auch F. Schafarzik, Geol. Notizen aus Griechenland; Jahresber. ungar. geol. Anst. (für 1893) 1895, S. 177—192, insb. S. 189 u. folg.

49 A. Lacroix, Sur la constit. minéral de l'île de Polycandros; Cptes. Rend. 1897, I, p. 628—630.

50 R. Leonhard, Die Insel Kythera; Peterm. Mitth. Ergänzungsheft Nr. 128, 1899, Karte, insb. S. 7 u. 10.

51 Douvillé, Sur une ammonite triasique rec. en Grèce; Bull. soc. géol. 1896, XXIV, p. 799.

52 A. Philippson u. G. Steinmann, Ueber das Auftreten von Lias in Epirus; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1894, S. 116—125.

53 E. Tietze, Jahrb. geol. Reichsanst. 1884, XXXIV, S. 59—69.

54 G. v. Bukowski, Ueb. d. geol. Bau des N.-Theiles von Spizza in S.-Dalmatien; Verh. geol. Reichsanst. 1896, S. 95—191; dess. Neue Ergebnisse d. geol. Durchforschung von S.-Dalmatien; ebendas. 1899, S. 68—77.

55 Ders., Zur Stratigraphie der S.-Dalmatinischen Trias; ebendas. 1896, S. 379—385. Das regelmässige NW.-Streichen der landeinwärts gelegenen Gebirge zeigt K. Hassert's Geol. Uebersichtskarte von Montenegro; Peterm. Mitth. Ergänzungsheft Nr. 115, 1896, Taf. I. Bei Trebinje (Herzegowina) erscheint nach Bittner Kohle in den Raibler-Schichten. Verh. geol. Reichsanst. 1900, S. 145—148.

56 F. v. Hauer, Verh. geol. Reichsanst. 1862, S. 257; ders., Prehnit von Comisa auf d. Insel Lissa u. Eruptiv-Gesteine aus Dalmatien; ebendas. 1867, S. 89—91; ders. Der Scoglio Brusnik bei S.-Andrea; ebendas. 1882, S. 75—77; C. v. Foullon, Der Augit-Diorit des Scoglio Pomo; ebendas. 1883, S. 283—286. F. v. Hauer wies bereits im J. 1867 auf die von Tschihatschew beschriebenen Pietre Nere.

57 C. Viola e M. Casetti, Contrib. alla geol. del Gargano; Boll. com. geol. 1893, XXIV, p. 101—129, Karte. Die Frage, ob die Murge gleichfalls zu Dalmatien zu rechnen seien, ist ausführlich erörtert in F. Virgilio, Geomorfogenia d. Prov. di Bari (aus: La Terra di Bari, delib. d. Cons. Prov. per l'Esposiz. di Parizi del 1900, vol. III); Fol. Trani, 1900, 148 pp., Karte.

58 Viola e G. di Stefano, La Punta delle Pietre Nere, presso il Lago di Lesina in prov. di Foggia; Boll. com. geol. 1893, XXIV, p. 129—143; C. Viola, Le roccie erutt. della Punta di Pietre Nere; ebendas. 1894, XXV, p. 391—403, Karte; G. di Stefano, Lo scisto marnoso con ‚Myoph. vestita' della P. d. Pietre Nere; ebendas. 1895, XXVI, p. 4—50. Fügen wir hinzu, dass Bittner an der Narenta innerhalb der Triasformation einen ausgedehnten Stock von Augit-Diorit, Gabbro u. Diorit entdeckt hat; ders., Geol. Mittheil. aus d. Werfener-Schiefer u. Tert.-Gebiete von Konjica u. Jablanica an d. Narenta; Jahrb. geol. Reichsanst. 1888, XXXVIII, S. 321—342, insb. S. 334; C. v. John, Ueb. die Gesteine des Eruptivstockes von Jablanica an d. Narenta; ebendas. S. 343—354. — Traverso u. Nicoli glaubten aus der Beschaffenheit des Sandes bei Ancona, Pesaro und Ravenna auf ein versenktes Massengestein schliessen zu können in Atti Soc. ligust. Genova, 1896, VII, p. 139—141; Artini hat diess bestritten in Rendic. Istit. lomb. Milano, 1897, XXIX, p. 800.

[50] Stache, Geol. Notizen über die Insel Pelagosa; Verhandl. geol. Reichsanst. 1876, S. 123—127; M. Groller v. Mildensee, Topogr. geol. Skizze der Ins. Pelagosa; Mitth. Jahrb. ungar. geol. Anst. 1885, VII, S. 135—152, Karte (auch I, 358, Anm. 52). Ueber die Adriatis im Allgemeinen auch E. Cortese e M. Canavari, Nuovi appunti geol. sul Gargano; Boll. com. geol. 1884, XV, p. 225—240 u. 289—304; M. Canavari, Osserv. int. all'esistenza di una terraferma nell' attuale bacino adriat. Proc. verb. soc. tosc. scienz. nat. Pisa, 1885, V, p. 151 u. folg.; Th. Fischer, Grundzüge der Boden-Plastik Italiens; Vortrag auf d. X. deutsch. Geogr.-Tage in Stuttgart, 1893; Verh. d. Geogr.-Tages, S. 39—53.

[60] A. Tellini, Osserv. geol. sulle Isole Tremiti e sull' Isola Pianosa nell'Adriatico; Boll. com. geol. 1890, XXI, p. 442—514, Karten.

[61] U. Söhle, Verh. geol. Reichsanst. 1899, S. 319—325 u. 1900, S. 185—187; F. Kerner, Geol. Beschreib. der Küste S. v. Sebenico; Verh. geol. Reichsanst. 1898, S. 364—387. Für Trau u. Bua, ders. ebendas. 1899, S. 236—240, 298—317, 329—348.

[62] Bonarelli, Carta geol. del M. Conero pr. Ancona; Boll. soc. geol. ital. 1895, XIII, p. 2.

[63] F. Kossmat, Ueber die geol. Verhältnisse des Bergbaugebietes von Idria; Jahrb. geol. Reichsanst. 1899, XLIX, S. 259—286, Karten; ders. Das Gebirge zwischen Idria u. Tribusa; Verh. geol. Reichsanst. 1900, S. 65—78; Kärtchen. Auch hier treten die Spuren negativer Bewegung oder unregelmässiger Oberfläche vor der Raibler Stufe hervor.

[64] F. Frech, Die Tribulaungruppe am Brenner in ihrer Bedeutung für den Gebirgsbau; Festschrift f. Ferd. v. Richthofen; 8° Berlin, 1893, S. 100; Karten.

[65] F. Löwl, Die Tonalitkerne der Rieserferner in Tirol; Peterm. Mitth. 1893, S. 112—116, Karte: F. Becke, Petrogr. Studien am Tonalit der Rieserferner; Tschermak, Min. petrogr. Mitth., 1893, XIII, S. 379—464, insb. S. 462.

[66] W. Salomon, Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen, granitisch-körnigen Massen; ebend. 1897, XVII, S. 109—176, Karte. Für den Iffinger (abgesehen von älteren Schriften): U. Grubenmann, Ueber den Tonalitkern des Iffinger bei Meran; Vierteljahrschr. d. Naturf. Ges. Zürich, 1896, XLI, b, S. 340—353; ders. Ueber einige Ganggesteine aus der Gefolgschaft der Tonalite; Tschermak, Min. petr. Mitth. 1897, neue Folge, XVI, S. 185—196; E. Künzli, Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran; ebendas. 1899, XVIII, S 412—442, Karte. Künzli sieht Contact-Erscheinungen nur am NW.-Rande und vermuthet am S.- und SW.-Rande eine nachträgliche Absenkung.

[67] Insb. F. Teller, Erläuterungen zur geol. Karte, Bl. 20, XI, Eisenkappel und Kanker und 20, XII, Prassberg a. d. Sann; Wien, k. k. geol. Reichsanstalt, 1898.

[68] W. Salomon, Neue Beobacht. aus den Gebieten des Adamello und des S.-Gotthard; Sitzungsb. Akad. Berlin. 1899, S. 27—41, insb. S. 36.

[69] A. Bittner, Ueber die geol. Aufnahmen in Judicarien und Val Sabbia; Jahrb. geol. Reichsanst. 1881, XXXI, S. 219—370, Karte, insb. S. 220, 233, 360 u. folg.; auch 1883, XXXIII, S. 426. Der Abbruch in Val Trompia ist abgebildet in: Ueber das Rothliegende im Val Trompia; Sitzungsber. Akad. Wien, 1869, LIX, Taf. I.

[70] Ein solcher Granitzug kommt nahe der Grenze bei Bellano an den Comer-See herab; E. W. Benecke, Erläut. zu einer geol. Karte des Grigna-Gebirges; Neu. Jahrb. f. Min., 1884, III. Beil.-Band, S. 171—251, Karte, u. Beschreibung des Granites durch Cohen: T. Taramelli, Osserv. stratigr. nella Valsassina e nella Valtorta; Rendic. Ist. Lomb. 1892, ser. II, XXV, p. 563—578. Man findet zahlreiche auf diese Strecke bezügliche Beobachtungen von Spreafico, Parona, Calderini, Taramelli, Porro, Artini u. Riva in den letzten Jahrgängen der Rendic. Ist. lomb. Milano und in den Atti Soc. ital. Mil.

[71] C. Schmidt, Zur Geol. der Alta-Brianza; Comptes rend. du Congrès internat. 1894, p. 503—518; E. W. Benecke, am ang. O.; ferner E. Philippi, Beitr. z. Kenntn. des Aufbaues der Schichtenfolge im Grignagebirge; Zeitschr. d. geol. Ges. 1895, S. 665—734.

Karte u. dess. Geol. d. Umgegend von Lecco u. d. Resegone-Massiv's; ebend., 1897, S. 318 bis 367, Karte; H. Becker, Lecco u. die Grigna, ebend. 1897, S. 690—692 u. A.

72 G. E. Rasetti, Il Monte Fenera di Valsesia; Boll. soc. geol. ital. 1897, XVI, p. 141—175, Karte.

73 H. Emmrich, Notiz über den Alpenkalk der Lienzer Gegend; Jahrb. geol. Reichsanst. 1855, VI, S. 449.

74 G. Geyer, Ueber die Verbreitung und stratigr. Stellung der schwarzen Tropites-Kalke bei S. Stefano in Cadore; Verh. geol. Reichsanst. 1900, S. 355—370. Ueber eine Mahnung an die Bleyberger Schichten im Profile von Raibl vgl. Jahrb. geol. Reichsanst. 1867, XVII, S. 580.

75 C. Doelter, Bericht über die geol. Durchforschung des Bachergebirges; Mitth. naturw. Ver. für Steiermark, 1892, S. 2—23; F. Teller, Ueber den sogenannten Granit des Bachergebirges; Verh. geol. Reichsanst. 1893, S. 169—182; ferner Dreger, ebendas. 1894, S. 247—250 u. 1896, S. 84—90; Teller u. Dreger, Bl. 20, XIII, Pragerhof; Pontoni, Tscherm. Min. Petrogr. Mitth. 1895, neue Folge, XIV, S. 360—374; Ippen, Mitth. naturw. Ver. Steierm. 1892.

76 Ich glaube auch heute mit Krafft dem Granite der Cima d'Asta höheres Alter zuschreiben zu sollen. A. v. Krafft, Das Alter des Granites der Cima d'Asta; Verh. geol. Reichsanst. 1898, S. 184—189; Salomon hält denselben für weit jünger; dess. Periadr. Massen, S. 194 und folg. und: Ueber das Alter des Asta-Granites; Verh. geol. Reichsanst. 1898, S. 327—332; die alten Schiefer der Asta bespricht Vacek, ebendas. 1896, S. 459 u. folg.

77 Es wurde bereits auf das Interesse hingewiesen, welches sich an die Kenntniss der freien Enden knüpft. VII. Abschn., S. 386, Anm. 79. — ‚Si nous considérons alors la surface, comprimée ainsi peu à peu entre des mâchoires à contours irréguliers, cette surface ne se plissera pas partout en même temps. Les premières rides se formeront tout d'abord dans les régions où la compression sera plus forte. Ces rides s'étendront ensuite par un effet évident de continuité, des deux côtés du centre de plissement'. Zurcher, ‚Sur les lois de la formation des plissements de l'écorce terrestre; Feuille des jeunes Naturalistes, Paris 1er Sept. 1891, p. 2; auch dess. Note sur la structure de la région de Castellane; Bull. serv. carte géol. 1895, VII, p. 325 u. folg. Das Beispiel ist freilich in kleinerem Maassstabe gewählt, aber es gilt auch im grössten, selbst für die seitliche Verlängerung des Kuen-lun.

78 G. Geyer, Ein Beitrag zur Stratigr. und Tektonik der Gailthaler Alpen in Kärnten: Jahrb. geol. Reichsanstalt. 1897, XLVII, S. 295—363, insb. S. 361, 363: ders. Ueber die geol. Aufnahmen im Westabschnitt der karnischen Alpen; Verh. geol. Reichsanst. 1899, S. 89—117 u. an viel. and. Ort.

79 z. B. Teller, Erläut. zu Bl. Eisenkappel, S. 78.

80 Teller, Erläut. zu Bl. Prassberg, an mehr. Ort.

81 F. Teller, Ueber porphyritische Eruptivgesteine aus den Tiroler Central-Alpen; Jahrb. geol. Reichsanst. 1886, XXXVI, S. 715—746, insb. S. 736; J. R. Canaval, Die Erzvorkommnisse von Plattach und auf der Assam-Alm bei Greifenburg in Kärnten und die sie begleitenden Porphyrgesteine; ebendas. 1895, XLV, S. 103—124, insb. S. 104.

82 E. Hussak, Ueber das Auftreten porphyritischer Eruptivgesteine im Bachergebirge; Verh. geol. Reichsanst. 1884, S. 247; H. Baron v. Foullon, Ueber Quarzglimmerdioritporphyrite aus dem östl. Kärnten: ebendas. 1889, S. 90—96; F. Teller, Blatt Prassberg, S. 154.

83 Von neueren Schriften mögen genannt sein: E. Reyer, Reiseskizzen über das Smrekouz-Gebirge; Verh. geol. Reichsanst. 1878, S. 296—298; H. V. Graber, Die Aufbruchzone von Eruptiv- und Schiefergesteinen in S.-Kärnten; Jahrb. geol. Reichsanst. 1897, XLIV, S. 225—294 und die zahlreichen Publicationen Teller's über diesen Gegenstand, insbes. Blatt Eisenkappel, S. 120 u. folg. und Blatt Prassberg S. 18 u. 136.

84 W. C. Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristiania-Gebietes; 8°, Kristiania, II, 1895, S. 154 u. folg.

85 G. Geyer, Ueber die geol. Aufnahmen im W. Abschnitt der Karnischen Alpen; Verh. geol. Reichsanst. 1899, S. 89—117 u. dess. Zur Kenntn. der Triasbildungen von Sappada, S. Stefano u. Auronzo in Cadore; ebendas. 1900, S. 119—141.

86 Ich muss mich im Nachfolgenden darauf beschränken, aus der umfangreichen Literatur zu nennen: Fr. Frech, Die Karnischen Alpen; 8^0, Halle, 1892—94, Karte; T. Taramelli, Osserv. stratigr. sui terr. palaeoz. nel versante italiano delle Alpe Carniche; Rendic. Accad. Lync. 1895, p. 185—193; G. Geyer, Ueber die geol. Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karnischen Alpen; Jahrb. geol. Reichsanst. 1896, XLVI, S. 127—234, Karte; dess. Ueber neue Funde von Graptolithen in den Südalpen; Verh. geol. Reichsanst. 1897, S. 237—252. Ueber das Verhältniss zu den Ostalpen im Allgemeinen: C. Diener, Grundlinien der Structur der Ostalpen; Peterm. Mittheil. 1899, S. 204—214.

87 Für die Schichtfolge: G. Stache, Die palaeozoischen Gebiete der Ostalpen, I, Jahrb. geol. Reichsanst. 1873, XXIII, S. 175—248 u. II, ebendas. 1874, XXIV, S. 135—274, Karte; eine Gliederung des Silur gibt Stache in Verh. geol. Reichsanst. 1890, S. 121—126; ferner Frech, Ueber d. Devon der Ostalpen I, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1887, S. 659 u. II, ebendas. 1891, S. 672—687, auch ebendas. 1896, S 199—201 u. an and. Ort. Für Carbon u. Perm viele der in den folgenden Noten angeführten Schriften.

88 Enstatit-Porphyrit an einer Stelle der Südseite nach Rosiwal; Verh. geol. Reichsanst. 1895, S. 436; quarzführende, feldspathreiche Porphyrite nach Milch in Frech, Karn. Alp. S. 185.

89 Insb. Geyer, Pontafeler Abschnitt, S. 127, 136 u. folg. und Geol. Aufn. 1899, S. 90.

90 Teller, Erläut. zur geol. Karte der O.-Ausläufer der Karnischen u. Julischen Alpen; hggeb. v. d. k. k. geol. Reichsanst. 1890. Karten, S. 46.

91 F. Teller, Die silur. Ablagerungen der Ost-Karawanken; Verh. geol. Reichsanst. 1886, S. 267—280 u. an and. Ort.

92 Lethaea geognost. II, Die Steinkohlenformation von Fritz Frech; 8^0, Stuttg. 1899, S. 354—364.

93 E. Schellwien, Bericht über die Ergebnisse einer Reise in die Karnischen Alpen und die Karawanken; Sitzungsber. Akad. Berlin, 1898, S. 693—700; dess. Die Auffindung einer permocarb. Fauna in den Ostalpen und die Fauna der Trogkofel-Schichten in den Karnischen Alpen und den Karawanken; I, Brachiopoden; Abhandl. geol. Reichsanst. 1900, XVI, S. 1—122.

94 G. Geyer, Uggowitzer Breccie und Verrucano; Verh. geol. Reichsanst. 1899, S. 418—432.

95 C. Diener, Ueber ein Vorkommen von Ammoniten und Orthoceren im südtirol. Bellerophonkalk; Sitzungsber. Akad. Wien, 1897, CVI, S. 61—76.

96 Geyer, Verh. geol. Reichsanst. 1898, S. 251, 252.

97 A. Tornquist, Das vicentin. Triasgebirge; 8^0 Stuttgart, 1901, 195, SS. Karte; auch A. Bittner, Bericht über die geol. Aufnahmen im Triasgebiete von Recoaro; Jahrb. geol. Reichsanst. 1883, XXXIII, S. 563—634.

98 F. Teller, Der geol. Bau der Rogac-Gruppe und des Nordgehänges der Menina bei Oberburg in S.-Steiermark; Verh. geol. Reichsanst. 1892, S. 19—134.

99 D. Stur, Obercarb. Pflanzenreste vom Bergbau Reichenberg bei Assling in Oberkrain; Verh. geol. Reichsanst. 1886, S. 383—385; Teller, ebendas. 1899, S. 399.

100 C. Schmidt, Allgem. Darstellung der geol. Verhältnisse der Umgeb. von Lugano; Eclogae geol. Helvetiae, 1890, II, p. 6.

101 Geyer, Jahrb. geol. Reichsanst. 1896, XLVI, S. 152.

102 Insb. G. Stache, Die Stellung der Uggowitzer Kalkbreccie innerhalb der im Gailthaler und Karawanken-Gebirge vertretenen Aequivalente d. Permformation; Verh. geol. Reichsanst., 1878, S. 310—315; Teller, Verh. 1899, S. 410.

103 R. Hoernes in E. v. Mojsisovics, Die Dolomit-Riffe von S.-Tirol und Venetien; 8°, Wien, 1879, Karte. S. 297 u. folg.; Geyer, Uggowitzer Brecie u. Verrucano; Verh. geol. Reichsanst. 1899, S. 418—432.

104 Diener, Ammon. in Bellerophonkalk; Sitzungsber. Akad. Wien, 1897, CVI, S. 73, Note.

105 Salomon, Periadr. granitkörn. Massen, S. 36; dess. Neue Beob. Sitzungsb. Akad. Berlin, 1899, S. 35, 38; R Lepsius, Ueber die Zeit der Entstehung der Tonalit-Masse in S.-Tirol: Notizblatt der Ver. für Erdkunde und der geol. Landesanst. Darmstadt, 1898, IV. Folge, Heft 19, S. 50—55.

106 Teller. Blatt 20, XII, Prassberg, S. 154; ferner S. 68 und 146.

107 W. Salomon, Geol. und palaeont. Studien über die Marmolata; Palaeontograph. 1895, XLII, 110 SS., Karten.

108 Geyer, Jahrb. geol. Reichsanst. 1897, XLVIII, S. 363 u. an and. Ort.

109 Teller, Porphyrit. Eruptivgesteine; ebendas. 1886, XXXVI, S. 736.

110 Das Knie wurde beschrieben und abgebildet in: Aequival. des Rothliegend.; Sitzungsber. Akad. Wien, 1868, LVII, S. 289, Taf. II, Fig. 1; Teller hat den örtlichen Gegensatz der beiden Thalseiten geschildert in Bl. 20, XI, Eisenkappel, S. 77.

111 Ich habe diese Anster in den Gräben oberbalb Sidrasch, N. von Ulrichsberg, gefunden; sie pflegt Cerith. margaritaceum zu begleiten. Für die N.-Bewegung Teller, Bl. 20, XI, Eisenkappel, S. 4, 110.

112 Teller, Das Alter der Eisen und Manganerz führenden Schichten im Stou- und Vigunšca-Gebiete; Verh. geol. Reichsanst., 1899, S. 396—418. Hier sind aquitanische pflanzenführende Schichten zusammen mit Ober-Carbon gefaltet.

NEUNTER ABSCHNITT.

Das nördliche Europa.

Die Wasserscheide Aral-Irgis. — Beziehungen des Ural zum Kaukasus. — Ufa. — Faltenzüge zwischen Ufa und dem Eismeere. — Die vorcambrische Tafel. — Fortsetzung derselben im baltischen Schilde. — Fortsetzung derselben im südlichen Russland. — Beziehungen zu den Sajaniden. — Die caledonischen Linien. — Die skandinavische Ueberschiebung. — Theoretische Betrachtungen. — Beziehungen von Skandinavien zu Schottland. — Schluss.

Dieser Abschnitt enthält einen Versuch, den Zusammenhang aufzusuchen, welcher zwischen den Leitlinien des nördlichen Europa und jenen Asien's bestehen mag. Das zu betrachtende Gebiet zerfällt in drei Theile: den Ural, die russische Tafel und die caledonisch-skandinavische Dislocations-Zone. Einzelne dieser Theile sind bereits Gegenstand der Besprechung gewesen. Dieses gilt insbesondere vom Ural (I, 641), aber die seitherigen Forschungen haben das Bild von damals in einigen seiner Hauptzüge verändert, und die Beziehungen des Ural zu dem eurasiatischen Aufbaue im Allgemeinen konnten damals nicht erörtert werden. Die archaische Unterlage der russischen Tafel wurde bisher kaum noch betrachtet. In Betreff der tektonischen Erscheinungen im westlichen Skandinavien mussten wichtige Fragen offen gelassen werden (II, 69), auf welche jetzt eine bestimmtere Antwort möglich ist.

Von diesen drei Theilen ist der mittlere, die archaische Tafel, der älteste. Ein Stück desselben ist der baltische Schild,

Sederholm's Fenno-Scandia, und rings um diesen zeigt der Glint, dass seine Falten bereits in vorcambrischer Zeit abgetragen gewesen sind, genau so, wie es weit im Osten, am Baikal, der Fall ist. Diese uralte Tafel löst sich im südlichen Russland in Stücke auf, zwischen welchen die Karpinski'schen Störungen gegen WNW. streichen (I, Taf. V, *m m*); weiter im Westen sinkt sie unter die Karpathen (I, 247), noch weiterhin wird sie von jüngeren Sedimenten verhüllt und die Beziehungen zu dem variscischen Aussenrande sind nicht sichtbar. Aber die Tafel ist ohne Zweifel auch älter als dieser Rand und gegen Nordwest taucht sie unter die vordevonischen Bewegungen des westlichen Skandinavien. Die Richtung der Faltungen ist überhaupt, mit Ausnahme des caledonischen Faltenstückes in Schottland, ringsum gegen diese alte Tafel gerichtet. Es bleibt dabei unsicher, wie weit die Tafel selbst, welche bis Bornholm bekannt ist, unter den jungen Ueberdeckungen sich gegen Belgien ausdehnt. Zugleich bleibt ihre eigene vorcambrische Faltung unbeeinflusst durch die sie fast rings umgebenden späteren Bewegungen.

Orographisch wenig hervortretend, nimmt diese alte Tafel einen grösseren Theil der Oberfläche Europa's ein als irgend ein anderes tektonisches Element.

Die Wasserscheide Aral-Irgis. Karpinski's schöne Karte des Ostabhanges des Ural zeigt deutlich, dass die uralischen Faltungen und Gesteine, nachdem sie durch Abtragung völlig die Gestalt eines Gebirges verloren haben, noch sehr weit gegen Ost in den Flussthälern unter geringer, zumeist tertiärer Bedeckung vorhanden sind.[1] Von der Tura bis zum Tobol ist diese Erscheinung sichtbar, und fügt man die Beobachtungen Krasnopolki's an dem letztgenannten Flusse hinzu, so bemerkt man, dass die uralischen Reste beinahe bis zur Vereinigung des Ajat mit dem Tobol, hier unter Angara-Schichten und Senon, an den Rändern dieser Flüsse entblösst sind.[2]

Im 53. Breitegrade sieht man in der That uralische Faltung von 56° 20′ bis etwa 63° ö. L., und eine Grenze gegen Osten ist überhaupt nicht bekannt. Diese grosse Breite hängt auch mit einer gegen Süd sich öffnenden Divergenz der Streichrichtungen

zusammen. Westlich von Orsk verzeichnet Muschketow in den älteren Felsarten Str. NNO.; für die Mugodjaren gilt im allgemeinen Str. NS. Im Gebiete des Flusses Ural bemerkt Stuckenberg mehrfache Ablenkung gegen NNW.;[3] am Tobol oberhalb des Ajat beobachtet Krasnopolski Str. NNW. 355 bis 305; der krystallinische Kalk bei Troitzk verfolgt nach Melnikow die Richtung NW.[4] Die Thatsache tritt deutlich genug auf den Karten hervor und regt neuerdings die Frage an, ob irgend welche Verbindung des Ural mit irgend einem Aste der Virgation des Tian-shan bestehe.

Diese Vermuthung ist nicht neu. Schon im vorigen Jahrhunderte nannte man das ‚Alginskische' oder ‚Ajaginskische' Gebirge als ein Verbindungsglied des Ural mit dem ‚von Indien heraufstreichenden Soongarischen Gebirge'. Aber die kurzen Beobachtungen von Bardanes, des einzigen Reisenden, welcher dieses Gebirge gesehen haben soll, so wie der Ort zwischen den Flüssen Irgis und Ulkai-jak, an welchem es von Georgi verzeichnet wird, zeigen den Irrthum.[5]

In neuerer Zeit hat Muschketow für wahrscheinlich gehalten, dass irgend eine breite Falte auf der Aral-Irgis-Wasserscheide, analog dem Tarbag-atai vorhanden sei (I, 641). Karpinski und Tschernyschew waren geneigt, einige SSO. streichende Züge des Ural, darunter den Ui-tasch an der Ostseite des Ural-tau (54° 40′ n. Br.) als eine leichte Andeutung dieser Art anzusehen.[6]

Suchen wir nun die thatsächlich bekannten Spuren einer solchen Verbindung auf.

Gegen Süden hin hat Borsczczow den Diorit der Mugodjaren bis an den Fluss Tschegan (etwa 46° 30′ n. Br., NW. vom Aral) verfolgt.[7]

Gegen Südost hat Muschketow die ganze Linie bis zum Hervortreten der Aeste des Tian-shan bereist. Eine Kette von Vorkommnissen von Syenit, Granit und altem Schiefer wurde in der südlich von Orsk sich ausbreitenden Steppe bis zur Niederlassung Karassai (nahe 49° n. Br., NW. von der Stadt Irgis) verfolgt. Dort verbergen sich diese Spuren des Ural unter Kreide-Ablagerungen mit Protocardium hillanum, deren Rand von der Höhe Aigyr-Baital (nördlich vom Aral-See) in die

Gegend der Stadt Irgis und des SW. von dieser Stadt gelegenen Ortes Djalabil herüberzieht. Die Kreideformation bildet, soweit nicht tertiäre Ablagerungen hinzutreten, die tiefere Unterlage der Wüste, welche sich gegen den Syr-darja ausstreckt.

Diese Wüste unterbricht den Zusammenhang der Beobachtungen. Jenseits derselben, schon etwa 40 Kilom. N. von Kasalinsk, tritt die Kreideformation wieder hervor. Sie zeigt sich im Thale des Syr-darja zwischen Kasalinsk und Karamaktschi, sowie auf einzelnen N. vom Flusse liegenden Höhen. Dann folgt bis Perowsk an der N.-Seite des Syr-darja der grosse Sumpf Bakaly-kon, und jenseits desselben, O. von Perowsk, nähert man sich den Bergen Daut-chodscha und Djitim-tiube, welche die nördlichsten Ausläufer des grossen Kara-tau sind und daher dem SW. von Aulieta vom Tian-shan ausgehenden Aste angehören (Taf. XIII).[8]

Das Ergebnis ist das folgende:

Der heutige Ural stellt in seinen südlichen Theilen den Westen eines sehr ausgedehnten Faltungsgebietes dar, welches im Osten völlig abgetragen und von der westsibirischen Ebene bedeckt ist. Seine Falten ziehen durch die Guberlinskii-Berge und die Mugodjaren gegen Süd und sinken, indem sie auch hier sich erniedrigen, N. vom 46° n. Br. unter die Steppe und die Tafel Ust-urt hinab. Gewisse Theile der östlich sich anschliessenden, heute fast ganz abgetragenen Zonen finden Fortsetzung längs des Or-Flusses bis nahe NW. von der Stadt Irgis. In derselben Richtung, doch durch Kreideformation und Wüste getrennt, treten im Südosten die Ausläufer des Kara-tau hervor. Die verbindende Linie ist die Wasserscheide Aral-Irgis.

Die Möglichkeit der Einlenkung eines der Aeste des Tian-shan in die südwärts auseinanderweichenden Züge des Ural ist daher nicht ausgeschlossen, wie Muschketow's Beobachtungen zeigen; sie kann sogar als wahrscheinlich angesehen werden, aber sie ist unter den gegebenen Verhältnissen nicht unmittelbar nachweisbar.

Noch weit schwieriger bleibt es, irgend eine Vermuthung in Betreff der etwaigen Beziehungen des Ural zu den noch weiter entfernten kirgisischen Falten auszusprechen. Die Berichte Krasnopolski's über die goldführenden Bezirke der Berge im

Süden von Koksche-tau lehren, dass dort die ältesten Felsarten ziemlich beständig N. 40—60° O. streichen, und daher von allen hier betrachteten Richtungen abweichen.[9]

Als eine feststehende Erfahrung bleibt uns die Thatsache, dass N. von 53° n. Br. der Ural auf eine lange Strecke untrennbar mit dem in gleicher Richtung gefalteten tieferen Untergrunde der sibirischen Ebene verbunden ist.

Beziehungen des Ural zum Kaukasus. Die scheinbare Einlenkung des Kara-tau gegen die Aral-Irgis-Wasserscheide steht in auffallendem Widerspruche zu dem Gegensatze, welcher zwischen der Richtung des südlichen Ural und jener des Kaukasus besteht. Dennoch sind sowohl Kara-tau wie Kaukasus als Ausstrahlungen des Tian-shan anzusehen. Dieser Gegensatz wird noch verschärft durch das Erscheinen junger Störungslinien von meridionaler Richtung in dem Raume zwischen Ural und Kaukasus.

Weit im Südwesten ist zuerst die Faltung der Jergeni-Hügel zu erwähnen, von welchen wir gleichfalls Muschketow eine genauere Darstellung verdanken.[10]

Ihren Beginn kann man an das Knie der Wolga bei Zaritzyn setzen. Von hier zieht eine anticlinale, fast meridionale Falte durch beiläufig $2^1/_2$ Breitegrade, wendet sich aber dabei mehr gegen SO., so dass der Manytsch am Hügel Tschalon Chamur (44° 50′ ö. L.) mit der Richtung hor. 3 erreicht wird. Dabei erscheinen auf der Westseite noch mehrere untergeordnete und gegen Süd divergirende Falten. In der Axe des Sattels tritt dunkler, wahrscheinlich alttertiärer Thon auf. Die sarmatischen Schichten nehmen, wenigstens im Süden, an der Faltung theil; diese ist jedoch älter als die aralo-kaspischen Sedimente. Die Faltung hat von Ost gegen West gewirkt. Die Linie der Jergeni hat einstens auf dem grössten Theile der Strecke vom Manytsch bis zur heutigen Lage von Zaritzyn das westliche Ufer des erweiterten Kaspi gebildet.

Dem Faltenzuge der Jergeni folgt gegen Ost eine lange Zone von See'n; sie beginnt mit den Sarpa-See'n in der Nähe der Wolga; ihre Richtung ist erst SSO., dann SO., und sie geht in der Niederung zwischen Astrachan und der unteren Kuma verloren.

Ein neuer Sattel erscheint an der Wolga unterhalb Zaritzyn bei Kammeni Jar (steiniges Ufer). Hier bildet der muthmaassliche alttertiäre Thon eine breite Anticlinale mit abradirtem Scheitel; er streicht anfangs gegen Süd und wendet sich dann, genau wie die Jergeni, gegen SSO.

Auch noch etwas weiter abwärts, bei Tscherni Jar (Schwarzes Ufer) an der Wolga tritt dieser ältere Thon hervor und deutet eine Verbindung mit dem Auftauchen mesozoischer Schichten an, welches den östlicher liegenden Theil der Steppe auszeichnet.

Die Schwierigkeiten, welche sich einer einheitlichen Auffassung dieser vereinzelt aufragenden Vorkommnisse entgegenstellen, sind bereits erwähnt worden (III, 399, Anm. 52). Am grossen Bogdo, welcher sich 171 M. über den nahen See Basskuntschak erhebt, sieht man untere Trias und oberen Jura (oder untere Kreide). Der gegen NNO. liegende kleine Bogdo zeigt ähnliche Gesteine. Weiter gegen Ost besteht der Hügel Tschaptschatschi aus Gyps, welcher einen Salzstock umgibt.

Noch weiter gegen Ost erhebt sich der Zug Bisch-tschocho (fünf Hügel). Drei Reihen von zum Theile einige Werst langen Rücken bilden diesen Zug. Die mittlere Reihe, bis 60 M. hoch, ist die Axe einer NO. streichenden Anticlinale von grauem Mergel, nicht unähnlich den älteren mesozoischen Felsarten des Bogdo; die beiden anderen Reihen sind die Flügel des Sattels und bestehen aus Gyps.[11]

Alle diese Falten, von den Jergeni bis zum Bisch-tschocho, mögen sie eine einheitliche Erscheinung sein oder nicht, sind älter als die aralokaspischen Sedimente, welche ihnen entweder horizontal anlagern oder sie überdecken. Dagegen sind in den südlichen Jergeni die sarmatischen Schichten mitgefaltet. Es mag erinnert sein, dass den Faltungen von Mangyschlak an der Ostseite des Kaspi, welche der kaukasischen Richtung folgen, die sarmatische Stufe discordant und horizontal anlagert, während sie im Kaukasus selbst an mächtigen Bewegungen theilgenommen hat.

Das südliche Ende der Jergeni scheint allerdings gegen SO. einzuschwenken, aber es ist schwer zu entscheiden, welches die Art des unmittelbaren Zusammentretens der jüngeren uralischen

und kaukasischen Falten sein mag, und ob wirklich eine Kreuzung derselben stattfindet.

An diese jüngeren Bewegungen hat Herr Karpinski eine anregende Frage geknüpft. Es wird (hier abgesehen von den palaeozoischen Meeren) gezeigt, dass die europäischen Meere zu Zeiten (Mittel-Jura, Wolga-Stufe, Neocom) an der Westseite des Ural in das Gebiet des heutigen Eismeeres gelangten, zu anderen Zeiten aber (Unter-Tertiär, vielleicht auch schon Ober-Kreide) an der Ostseite ununterbrochen in die arktischen Regionen reichten und dass zuletzt, während der Eiszeit, die Verbindung an der Westseite fast wieder hergestellt war. Hieraus wird die Vermuthung gezogen, dass die Bildung langer Mulden bald im uralischen und bald im kaukasischen Sinne, welche bei der Ausgestaltung dieser beiden Gebirge sich vollzog, bald die westliche Verbindung und bald die östliche hergestellt habe.[12]

Diese Vermuthung stellt uns vor eine ganze Anzahl ungelöster Fragen, aber eben darum ist sie eine von jenen, deren Verfolgung neue Aufschlüsse verspricht. Zuerst ist zu bemerken, dass Karpinski den nicht marinen Ursprung eines bedeutenden Theiles der permischen Formation ausdrücklich hervorhebt.

Hr. Th. Fuchs hat mich auf Stirling's Beschreibung der übersinterten Skelete grosser eplacentaler Säugethiere aufmerksam gemacht, welche in den australischen Wüsten angetroffen werden. Dieses ist die Wiederholung der übersinterten Skelete von Sauriern, welche Amalitzky in der Glossopteris-Stufe im Gebiete der Dwina entdeckt hat.[13] Hiermit bestätigt sich zugleich die Annahme, dass für diese Gruppe von Ablagerungen die Transgression unter völlig verschiedenen Umständen erfolgt. Will man nun einen weiteren Vergleich des kleinen periadriatischen Bezirkes mit dem weiten Russland versuchen, so zeigt sich sofort die weit grössere Einfachheit in den Dinariden, wo den Bildungen der Wüste eine lange ununterbrochene und concordante Serie von Meeresablagerungen nachgefolgt ist.

Die Lücken in der russischen Serie sind aber nicht auf Russland beschränkt, und die Transgressionen, welche hier bemerkt werden, wiederholen sich fast ausnahmslos in entfernten

Welttheilen. Aber während der negativen Phasen — oder richtiger gesagt, bis zu jenem Zeitpunkte, in welchem an einer bestimmten Stelle der Strand eine bestimmte Entfernung vom Erdmittelpunkte wieder erlangt hat — verändert sich die Gestalt der Oberfläche des trockenen Landes, und zwar: *a*) durch tektonische Vorgänge; diese greifen auch über den Strand hinaus, und *b*) durch Abtragung, namentlich durch die Ausspülung der grossen Flussthäler und Abtragung durch Wind; diese bleiben auf das Festland beschränkt. Hiebei ist *b* in hohem Grade von *a* abhängig, vollzieht aber auch bei gänzlichem Mangel an tektonischen Vorgängen seine Arbeit.

Jede neue Transgression (Regression) wird daher, insoweit die transgredirende Brandung nicht das Land abträgt, ein verändertes Relief antreffen. Die neuen Umrisse werden beeinflusst sein durch *a* und *b* oder durch *b* allein. Auch manche Meeresverbindung mag sich bei einer erneuten Transgression ergeben, welche in früherer Zeit nicht vorhanden war, oder mag durch tektonische Vorgänge geschlossen worden sein.

Die Trennung des Einflusses von *a* und von *b* ist ein von Fall zu Fall räumlich umschränktes Problem, welches die genaueste Kenntniss der örtlichen Sachlage erfordert. Viele Umstände sprechen dafür, dass die Westseite des Ural während des mittleren Jura wirklich ein Ufer gewesen sei, so wie dass eine lange Bucht dasselbe begleitet und die Verbindung der Transgression des hohen Nordens über Darwas und Afghanistán bis zu jenem Meere hergestellt habe, welches an so vielen Stellen rings um den indischen Ocean die Spuren eines höheren Standes der Strandlinie zurückgelassen hat. Die Transgression selbst ist eine allgemeine Erscheinung von anderer Art und an sich nicht von dem Bestande dieser Verbindung abhängig; die Ueberfluthung des betreffenden Theiles von Russland mag von *a* und *b* veranlasst sein.

Ufa. Vor dem westlichen Rande des Ural, von 55° 15′ n. Br. sich gegen Nord erstreckend, liegt ein Landstrich, welchen V. v. Möller als das Plateau von Ufa bezeichnet hat, und dessen tiefgreifender Einfluss auf den Bau des Ural seither immer deutlicher hervorgetreten ist.[13]

Er stellt sich im Süden als ein 90 Werst breiter und etwa 360 M. hoher Sattel dar, auf dessen Rücken unter der artin'schen Stufe durch Abtragung das Obercarbon entblösst ist. Gegen Ost, d. i. gegen den Ural, bietet er einen steilen Abfall, während die Neigung gegen West flach ist. Die Länge gegen Nord beträgt 200 Werst, aber dabei verengt sich die Breite des Plateau's auf 7 Werst.

Die Falten des Ural sind von Ost gegen West bewegt und stauen sich an dem Plateau von Ufa. Diese Stauung ist so bedeutend, dass durch fast drei Breitegrade ein Zurückbleiben des westlichen Umrisses und ein dichteres Drängen der Faltenzüge erzeugt wird. Nicht nur die vorderen Ketten von devonischem Quarzit, sondern auch der im Osten folgende, krystallinische Ural-tau werden in dieser Strecke ausnahmsweise concav gegen West. Südlich vom Plateau von Ufa aber, wo dieses in seiner vollen Breite plötzlich fast rechtwinklig endet, sieht man auf der schönen Karte dieser Strecke von Karpinski und Tschernyschew, wie die uralischen Falten, fast rechtwinklig umbiegend und vortretend, den Südrand des Plateau's begleiten und dann wieder in die fast meridionale Richtung zurückkehren. Nur die ganz im Osten, jenseits des Ural-tau liegenden Faltenzüge halten ungestört die meridionale Richtung ein.[15]

Unter diesen abgelenkten, OW. streichenden uralischen Zügen an dem Südrande des Plateau's, welche das Ende der Stauung anzeigen, ist der Kara-tau der bedeutendste. Sie wenden dem Plateau hohe Abfälle von devonischem Sandstein zu. Dieselben obercarbonischen und artin'schen Schichten, welche das Plateau bilden, nehmen aber auch Theil an der Faltung allerdings nicht dieser, aber anderer uralischer Züge. Der Kara-tau kann daher nicht ein obercarbonisches oder artin'sches Ufer sein, sondern das Plateau verhält sich wie ein Stück verhüllten Vorlandes, an welchem der Aussenrand des Ural gestaut ist oder über welches etwa gar dieser Aussenrand hinübertritt.[16]

Dass diese örtliche, aber beträchtliche Hemmung der Faltung Einfluss gehabt hat auf das früher besprochene Auseinandertreten der südlichsten Ausläufer des Ural, kann kaum einem

Zweifel unterliegen. Die devonische Zone des Ural umgeht das Plateau von Ufa, tritt vor und erreicht den Ural-Fluss westlich von Orsk; der lange krystallinische Ural-tau schliesst sich im Osten an, ist, wie gesagt, in der Breite des Plateau's gegen W. concav, und erreicht dann auch mit meridionalem Streichen den Fluss Ural; dann kommen gegen Ost weitere meridionale Zonen von grosser Länge, bald gebildet von Diabas, Porphyr und Tuffen, bald durch granitische Züge ausgezeichnet und bald durch palaeozoische Sedimente.

Gegen Ost sind sie ganz abgetragen und nirgends, sei es über Werchoturje oder gegen Schadrinsk oder am Tobol, sieht man eine östliche Abgrenzung. Auf diese Weise weicht der Ural südlich vom Plateau von Ufa auseinander bis in jene Gegenden, in welchen wir auf der Aral-Irgis-Wasserscheide seine Spuren vergeblich gesucht und das Versinken der Mugodjaren unter dem Ust-urt kennen gelernt haben.

Wie weit die Wirkung dieser Stauung gegen vorne, d. i. gegen West, sich geltend gemacht hat, ist schwer mit Bestimmtheit zu sagen. Pawlow hat vermuthet, dass die Ablenkung des Kara-tau am Südrande des Plateau's von Ufa noch weit gegen WSW. hinaus Ausdruck finde in der auffallenden Dislocation, welche bei Stawropol sichtbar ist. Hier veranlassen die Djeguli-Berge den scharfen Bug der Wolga. Sie sind an ihrer Nordseite durch eine gegen WSW. laufende Verwerfung abgeschnitten. Diese Dislocation ist auf etwa 140 Werst sichtbar; ihre Verbindung gegen ONO. mit den am Südrande des Plateau's von Ufa vortretenden Falten wird über Bugulma vermuthet. Die Dislocation ist jünger als Eocän.[17]

Vielleicht könnte man in solchen Vermuthungen noch weiter gehen, die Jergeni und die anderen Störungen an der unteren Wolga einbeziehen und Linien entwerfen, welche einen ähnlichen Lauf besitzen würden, wie etwa der Wachsch. Die jungen Falten der unteren Wolga würden dann den Vorkommnissen von Kelîf oder Chodschent gleichen, die Lage von Ufa würde dem einspringenden Winkel des Karsch oder des Aryss entsprechen, und es würde sich ein ähnliches System von Zwischenlinien

zwischen Ural und Kaukasus einstellen, wie in Bochara und Fergana. Wir wollen uns aber hier mit zwei Folgerungen begnügen, nämlich erstens: dass auch hier die vom Stauungspunkte entferntesten Dislocationen, gleichsam die freien Enden (Jergeni) die jüngsten sind, und zweitens: dass durch die Stauung bei Ufa eine Verschärfung in dem Gegensatze zwischen der uralischen und der kaukasischen Richtung eingetreten ist.

Faltenzüge zwischen Ufa und dem Eismeere. Möller hat das Plateau von Ufa dem Timan-Gebirge verglichen; Tschernyschew hob seine geringe orographische Bedeutung hervor; Stuckenberg nähert sich, nur die tektonischen Verhältnisse berücksichtigend, der Ansicht Möller's.[18]

Nördlich von diesem Plateau treten die Falten der Westseite des Ural mit Str. NW. und NNW. vor, und wenn Krasnopolski's Karte von Perm-Solikamsk vereinigt wird mit Krotow's Darstellung des westlichen Gebirgsrandes, welche bis 61° n. Br. reicht, sieht man, dass auf dieser Strecke einzelne Aeste von alten krystallinischen Felsarten in spitzem Winkel hinter einander in der Gestalt von Kulissen sich abscheiden. Es ist daher eine tiefer greifende Gliederung oder Aufliederung des Gebirges vorhanden.[19]

Von diesen Kulissen sind zwei auffallend. Die erste beginnt in den krystallinischen Schiefergesteinen zwischen 58° 30′ und 59° in dem hohen Gebirgszuge der Bassegi, welcher etwas westwärts im Bogen hervortritt, ist N. von 59° durch eine lange devonische Einschaltung von der Axe oder vielmehr vom Westrande der folgenden Kulisse getrennt, kehrt selbst in die streng meridionale Richtung zurück und endet als ein langer Sporn von krystallinischem Schiefer beiläufig in 59° 40′. Die zweite endet in dem hohen Zuge Kwarkusch in 60° 25′; sie ist gleichfalls im Osten durch eine devonische Einschaltung abgegrenzt.

Aus Krotow's Beschreibung geht hervor, dass auch in dem vorliegenden Devon- und Carbon-Gebiete ähnliche Anordnungen nicht fehlen. Namentlich aber sieht man, dass die Poljudow-Kette, welche den Anfang des Timan-Gebirges bildet, gleichfalls nur eine divergirende Kulisse ist (I, 645).

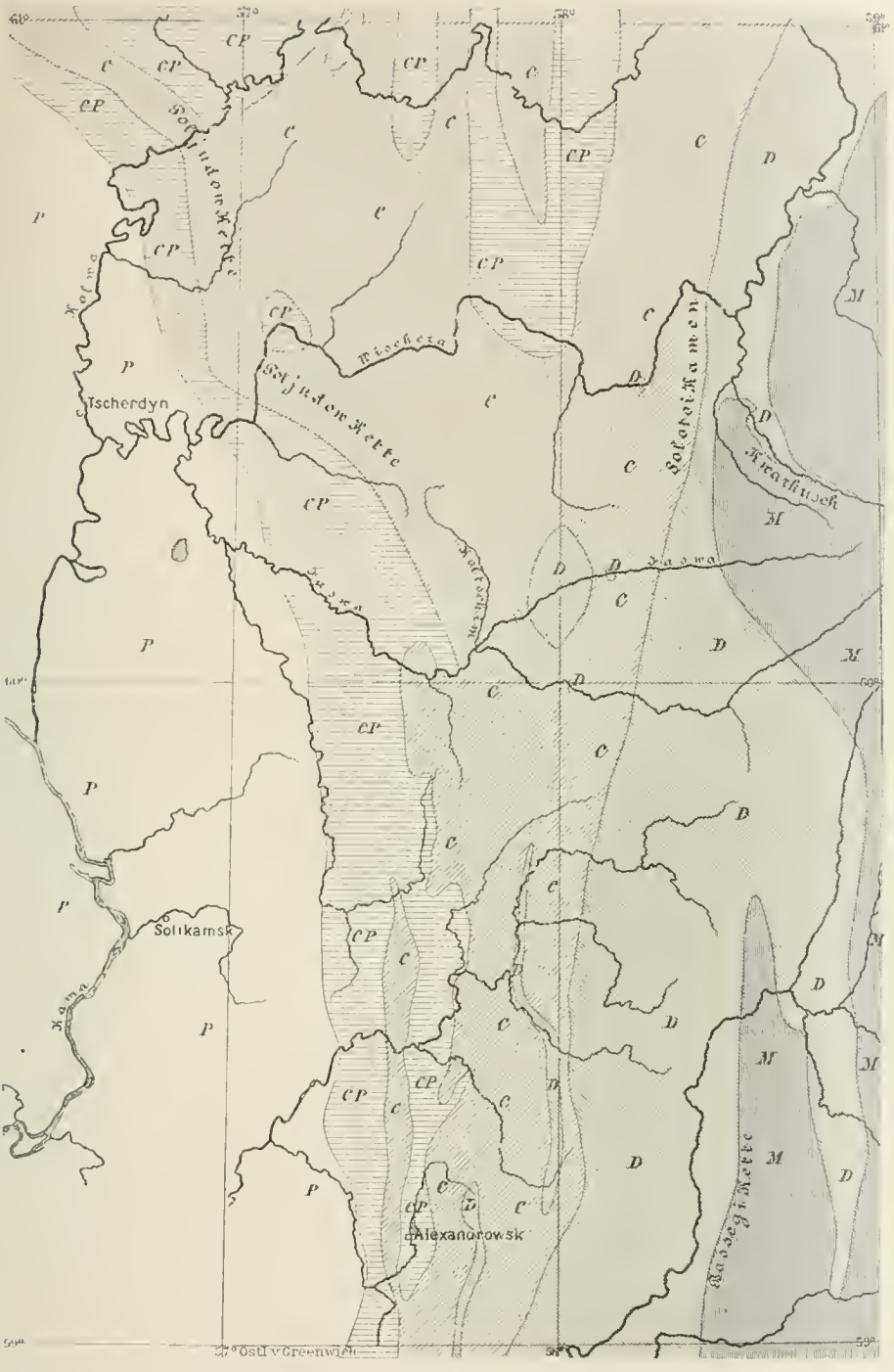
zwischen Ural und Kaukasus einstellen, wie in Bochara und Fergana. Wir wollen uns aber hier mit zwei Folgerungen begnügen, nämlich erstens: dass auch hier die vom Stauungspunkte entferntesten Dislocationen, gleichsam die freien Enden (Jergeni) die jüngsten sind, und zweitens: dass durch die Stauung bei Ufa eine Verschärfung in dem Gegensatze zwischen der uralischen und der kaukasischen Richtung eingetreten ist.

Faltenzüge zwischen Ufa und dem Eismeere. Möller hat das Plateau von Ufa dem Timan-Gebirge verglichen; Tschernyschew hob seine geringe orographische Bedeutung hervor; Stuckenberg nähert sich, nur die tektonischen Verhältnisse berücksichtigend, der Ansicht Möller's.[18]

Nördlich von diesem Plateau treten die Falten der Westseite des Ural mit Str. NW. und NNW. vor, und wenn Krasnopolski's Karte von Perm-Solikamsk vereinigt wird mit Krotow's Darstellung des westlichen Gebirgsrandes, welche bis 61° n. Br. reicht, sieht man, dass auf dieser Strecke einzelne Aeste von alten krystallinischen Felsarten in spitzem Winkel hinter einander in der Gestalt von Kulissen sich abscheiden. Es ist daher eine tiefer greifende Gliederung oder Aufliederung des Gebirges vorhanden.[19]

Von diesen Kulissen sind zwei auffallend. Die erste beginnt in den krystallinischen Schiefergesteinen zwischen 58° 30′ und 59° in dem hohen Gebirgszuge der Bassegi, welcher etwas westwärts im Bogen hervortritt, ist N. von 59° durch eine lange devonische Einschaltung von der Axe oder vielmehr vom Westrande der folgenden Kulisse getrennt, kehrt selbst in die streng meridionale Richtung zurück und endet als ein langer Sporn von krystallinischem Schiefer beiläufig in 59° 40′. Die zweite endet in dem hohen Zuge Kwarkusch in 60° 25′; sie ist gleichfalls im Osten durch eine devonische Einschaltung abgegrenzt.

Aus Krotow's Beschreibung geht hervor, dass auch in dem vorliegenden Devon- und Carbon-Gebiete ähnliche Anordnungen nicht fehlen. Namentlich aber sieht man, dass die Poljudow-Kette, welche den Anfang des Timan-Gebirges bildet, gleichfalls nur eine divergirende Kulisse ist (I, 645).



BASSEGI, KWARKUSCH UND DIE POLJUDOW KETTE.

Nach Krotow und Krasnopolski.

zu S. 464

M - Metamorphische Schiefer, *D* - Devon, *C* - Carbon, *CP* - Permo Carbon, *P* - Perm.

Vielleicht entspricht dieser Kulisse im Süden die lange devonische Anticlinale, welche östlich von Alexandrowsk beginnt. Krotow betont den Parallelismus von Kwarkusch und Poljudow; nördlich von der Jaswa trennt sich der letztere von dem Zuge des Solotoi Kamen, erleidet durch Erniedrigung eine kurze Unterbrechung, wird dann völlig selbständig und heisst weiter im Nordwesten das Timan-Gebirge.

Die Kenntniss von diesem Höhenzuge oder vielmehr von dieser Gruppe paralleler Höhenzüge ist durch Tschernyschew wesentlich erweitert worden. Aus seinen Untersuchungen ergibt sich zunächst, dass im Norden des Timan-Gebirges, an der Sula, nicht, wie sich aus früheren Beobachtungen vermuthen liess (I, 646), Schaarung mit dem Höhenzuge der Halbinsel Kanin vorhanden ist, sondern dass der letztere als die unmittelbare Fortsetzung der Richtung des Timan-Gebirges angesehen werden darf.[20]

Dabei ist jedoch Folgendes zu unterscheiden:

Tschernyschew zeigt, dass das Timan-Gebirge allerdings aus einer Reihe von parallelen Anticlinalen und Synclinalen besteht, welche orographisch mit grosser Deutlichkeit hervortreten, dass jedoch innerhalb dieser Falten Discordanzen vorhanden sind. Sericitische Schiefer sind das älteste Glied. In der Nähe des Meeresufers ist ihnen das Ober-Silur discordant aufgelagert, und wenig weiter gegen Süd beginnt die abweichende Auflagerung mit dem Ober-Devon, welches überhaupt die hervorragendsten Theile des Timan-Gebirges bildet, so namentlich die Anticlinale an der obersten Sula. Es ist von Eruptiv-Gestein begleitet. Ueber dem Devon folgt Carbon, und auch das Perm nimmt noch an der Faltung theil.

Seitdem im J. 1891 das Tagebuch der bereits im J. 1848 ausgeführten erfolgreichen Reise Grewingk's nach Kanin veröffentlicht worden ist, weiss man, dass die sericitischen Schiefer des Timan-Gebirges auf zwei kleinen Inseln, gleichsam die Tschesskaja-Bucht vom Eismeere abtrennend, sich fortsetzen nach Cap Miklukin und in der That einen NW. streichenden Höhenzug auf Kanin bilden, der vom Cap Miklukin bis Kanin Noss reicht,

ganz wie es Keyserling vor Jahren auf der Karte des Petschora-Landes dargestellt hat.[21]

Die nördlichen Theile des Timan-Gebirges sind in hohem Grade durch die Sedimente der jüngsten circumpolaren Transgression des Eismeeres verhüllt; auch Kanin trägt eine weite Decke von solchen Sedimenten und von Schutt. Aus diesem Grunde ist in Kanin die Auflagerung auf den alten Schiefer nicht zu erkennen, und man hat nur in einiger Entfernung von demselben Carbon und Perm aufgefunden.

Diese Umstände lassen erkennen, dass die Linie Poljudow—Timan—Kanin bereits vor dem Ober-Silur vorgezeichnet war, und dass posthume Faltung bis in das Perm sich geäussert hat. Die im J. 1892 von dem geologischen Comité herausgegebene Uebersichtskarte von Russland zeigt aber auch, dass die alten Schiefer des südlichen Timan vielleicht nicht genau der Fortsetzung derselben Anticlinale im Norden entsprechen, und dass Timan, wie bereits gesagt worden ist, eine ganze Gruppe paralleler Falten darstellt.

Die Aufnahmen von Fedorow lehren, dass der Hauptstamm des Ural nördlich vom Poljudow einen rein meridionalen Bau erlangt, welcher an die schematische Structur der Lushai-Berge (I, 595, Anm. 44) erinnert.[22]

Fedorow schildert, wie nahe 63° n. Br. am Ostrande eine Kulisse untertaucht; im Süden besteht sie aus Unter-Devon; weiter gegen Nord erscheinen die Horizonte des Stringoc. Burtini und der Rhynchon. cuboides, endlich, am Flusse Nayssa, pflanzenführende Schichten von carbonischem Typus.[23] Ebenso treten aus dem westlichen Saume kleinere selbständige Anticlinalen (Tima-Is in 63° 20′, Mertwaja-Parma in 64° 10′ bis 64° 24′) hervor. Neue, abweichende Kulissen erscheinen weiter westlich von der Hauptkette, und die Karte des geologischen Comité verzeichnet eine sehr lange carbonische Anticlinale, welche wohl 120 Kilom. westlich vom Ural, etwa von 65° 40′ bis 66° 40′, im Gebiete der Ussa dieselbe Beugung gegen NO. vollzieht, welche in diesen Breiten die Hauptkette des Ural ausführt. Dort, wo sie von der oberen Ussa durchschnitten wird, heisst sie bei

E. Hofmann das Adak-Gebirge, und seine Karte verzeichnet sogar einen noch weiter gegen West liegenden, gleichfalls gegen NO. streichenden Höhenzug, Pise-To.[24]

Diese Höhenzüge und ihre dem Ural parallele Beugung verrathen, dass der sichtbare Hauptzug des Ural nur ein geringer Theil einer viel breiteren Zone von Faltungen ist.

Noch viel weiter im Norden, jenseits des aus mesozoischen und glacialen Bildungen bestehenden Hochland-Rückens der Samojeden, verzeichnen Keyserling und die Uebersichtskarte zwischen 56 und 57° ö. L. in der Nähe des Eismeeres einen aus altem Schiefer bestehenden Rutkow Kamen, über welchen mir Näheres nicht bekannt ist.[25]

Oestlich von hier liegt die grosse Bucht Chaipudyrskaja der russischen Karten; Schrenk schreibt den Namen Hajodepadara. Das Wort bezeichnet bei den Samojeden eine jener kleinen Waldgruppen, welche unter besonderen örtlichen Umständen vereinzelt in der Wüstenei nördlich von der Waldgrenze sich behaupten. Die Samojeden aber betrachten diese grünen Inseln als von der Natur bevorzugte Stellen. Sie sind ihre heiligen Haine und von weit her bringen sie über die Tundra die Leichen zur Beerdigung an solchem Orte.[26] Dabei dürfen wir uns des Schwankens der Waldgrenze erinnern und der Beharrlichkeit solcher an Oertlichkeiten geknüpfter Ueberlieferungen und der ausserordentlichen Veränderungen des Klima's, welche der Mensch innerhalb der glacialen Zeit erlebt hat, und dürfen fragen, ob nicht auch damals ähnliche grüne Inseln jenseits der Waldgrenze lagen und ob nicht an diese geheiligten Stätten des heutigen Naturvolkes sich eine der zartesten Erinnerungen aus der Kindheit des Menschengeschlechtes knüpft, weit älter noch als die Erinnerung an die Sintfluth.

Nordöstlich, ausserhalb der Bucht liegt Sinjkin Noss, wo Iwanow, ein Begleiter Lütke's, unter den horizontalen mesozoischen Schichten am Saume des Meeres niedrige Felsklippen fand. Diese Angabe, in Verbindung mit einer Angabe von Linschoten vom J. 1594, dass die Mauritius-(Dolgoi-)Insel felsig sei,[27] sowie der Name Goletz, welchen eine der Inseln trägt, veranlassten Schrenk

zu der Vermuthung, dass von Sinjkin Noss über die lange, gegen NW. gestreckte Inselreihe Selenetz, Dolgoi, Matwejew und Goletz ein felsiger Zug streiche, parallel dem gegen Waigatz ziehenden Gebirge.[28]

Diese Vermuthung wurde bestätigt. Feilden und Pearson fanden die 50 Kilom. lange Insel Dolgoi aus Kalkstein und Conglomerat bestehend, welche regelmässig 45° O. geneigt sind.[29]

Hiernach ist auch dem Pae-choi, wie dem Ural, eine weit grössere Breite zuzuschreiben.

Bei der grossen Länge, welche diese Züge erreichen, ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das Adak-Gebirge in gegen W. concaver Curve unter dem aus jüngeren Sedimenten bestehenden Grossland-Rücken der Samojeden Sinjkin Noss erreiche, Pae-choi und Ural verbindend, doch fehlt hierüber ein Nachweis.

In Betreff des Zusammentretens von Ural und Pae-choi habe ich (I, 643) gemeint, hauptsächlich auf E. Hofmann gestützt, eine Schaarung in der Nähe des Konstantinow Kamen (68° 29′ n. Br.) annehmen zu sollen. Die ausgezeichneten Verfasser der Uebersichtskarte des geologischen Comité sind einer anderen Auffassung gefolgt. Auf dieser Karte geht der Pae-choi etwas S. von 68° schräge vom Ural ab und zieht von einer Stelle, die etwas S. vom Gipfel Gnetju liegt, über die Wasserscheide zwischen Kara und Ussa gegen den Jugor Schar. Hierdurch würde das Gebiet der Kara die Trennung zwischen Ural und Pae-choi anzeigen. Da die erwähnte Wasserscheide mit glacialem Schutt überdeckt ist und der Pae-choi selbst gegen den Ural in niedrige, eisgeschliffene Hügel sich auflöst, ist man vorläufig auf Vermuthungen angewiesen, aber ich nehme keinen Anstand, mich dieser neueren Meinung darum anzuschliessen, weil sie einen ähnlichen Anschluss voraussetzt, wie er bei Timan bekannt ist.[30]

Unter diesen Verhältnissen wäre es von Bedeutung, zu wissen, wie weit der Ural nach Norden reicht. In der Nähe von 68°, im Stocke des Gnetju (1307 M. Hofm.) herrscht talkiger Thonschiefer, Str. NNO.; dieses ist auch die allgemeine Richtung

des Gebirges und in dieser erheben sich weiter gegen das Eismeer die Berge Anaraha, Arka-pai (Hofm. = Horamagha Schrenk), wenig westlich von diesem Minisej-pai (der Endkuppen-Fels) und nahe dem letzteren der öfters genannte, runde Quarzit-Rücken Konstantinow Kamen (I, 646). Pae-choi tritt, wie gesagt, nicht in unmittelbare Berührung mit dem Ural, aber seine Beugung aus NNW. in der Nähe des Jugor Schar gegen NW. und endlich in Annäherung zum Ural bis WNW. wird von Hofmann wie von Schrenk angegeben.

Konstantinow Kamen fällt ganz schroff zur nördlichen Tundra ab und ist von Tundra-See'n umgeben.[31] Die Entfernung des Meeresufers beträgt nur 30—35 Kilom. Schon im J. 1772 hat der unermüdete Sujew diese Tundra gekreuzt.[32] E. Hofmann beschreibt sie auf das Genaueste. N. vom Konstantinow Kamen erheben sich aus ihr hintereinander ‚felsige Hügelreihen, deren Längenerstreckung von OSO. nach WNW. geht und deren Höhe über die umgebende Tundra höchstens 150 Fuss beträgt'. Man sieht Thon-, Kalk- und Chloritschiefer, später Grauwackenschiefer, aber die Aufschlüsse gestatten nicht eine Ermittlung des Streichens. Gegen das Meer hin erscheint harter, pfefferfarbiger Sandstein. ‚Diese Hügelzüge, die fast rechtwinklig auf die Längenaxe des Ural stehen und dem Meeresstrande nahezu parallel sind, kann man mit Reihen von Dünen vergleichen, zwischen welchen Flächen vorkommen'.[33]

Hieraus folgt, dass unter der Tundra, im Norden von Konstantinow Kamen noch Gebirgsreste sichtbar sind, ob sie aber dem Ural oder ob sie querstreichenden Fortsetzungen des Pae-choi angehören, wage ich kaum zu entscheiden. Hofmann bemerkt, dass das Meer hier Stücke von Kohle, auch Sandstein mit Pflanzenresten auswirft. Schrenk hat eine Verbindung des Ural mit Jalmal vermuthet; diese Halbinsel wurde in neuerer Zeit flüchtig von Nordenskjöld's Expedition besucht, ist aber beinahe völlig unbekannt.[34]

Auf der Ostseite des Ural, unter der Tundra zwischen dem Ob und dem karischen Busen, hat Finsch zwischen 67° 15′ und 68° n. Br., etwa 40 Kilom. vom Fusse des Gebirges,

anstehendes Gestein, und zwar Kalkstein, Diabas, dann auf der Wasserscheide zwischen den Fl. Schtutschaja und Podorata (Jangana-pai, 100 M.) Quarzporphyr angetroffen. Alle diese Felsarten dürften wohl so wie die Quarzite des Ural und des Pae-choi zum Devon gehören, welches, von Unter-Carbon begleitet, den grössten Theil aller dieser Berge bildet. Sie zeigen, dass auch hier das Gebirge noch grosse Breite besitzt.[35]

In Betreff des Pae-choi wurde das Umschwenken gegen NNW. erwähnt. Der in den Jugor-Schar fallende Fluss Welikaja trennt einen ansehnlichen westlichen Nebenzug, Padaja, ab. Auch der weiter im Westen liegende Zug Sinjkin-Noss-Dolgoi ist als eine Vorkette anzusehen.

Waigatz schildert Feilden als 300 Fuss hoch, bestehend aus Kalkstein und Schiefer; die Köpfe der steil aufgerichteten Bänke, Str. NW., laufen über die Oberfläche der Insel hin. Nordenskjöld hat die senkrechtstehenden, NW. streichenden Schichten des Cap Grebeni beschrieben. Tschernyschew und Jakowlew haben alle auf diese Insel bezüglichen Nachrichten vereinigt; aus ihren Untersuchungen ergibt sich, dass die für Ober-Silur gehaltenen Versteinerungen von Cap Grebeni zum Devon gehören.[36]

Tschernyschew's Reise nach N.-Semljä hat die unerwartete Thatsache ergeben, dass von der Möller's-Bucht (72° 20—30′ N. vom N.-Gänse-Cap) an der Westseite der Südinsel bis zum 72° an der Ostküste ein breites, tiefliegendes, vielleicht grabenförmig versenktes Gebiet quer über diese Insel vorhanden ist, welches aus Ablagerungen der artin'schen Stufe besteht.[37]

Von Süd gegen Nord lassen sich folgende hauptsächliche Richtungen des Streichens verfolgen: Waigatz, Ober-Silur (Devon) 70° n. Br., Str. NW. nach Feilden und Nordenskjöld; Insel in der Mündung des Flusses Nechwatowa mit dem grössten Theil des Kostin Schar (Thonschiefer, Devon-Kalk, auch Porphyr), 71° 10—20′ n. Br., Str. hor. 9—10, auch hor. 11 (NW. bis NNW.), Fall. NO. bis ONO., steil, nach Lehmann;[38] Ufer des Gänselandes in der Rogatschew-Bai und der Inseln (Devon, auch eingeschaltet Augit-Porphyr und Mandelstein),

71° 30′ n. Br., Str. NNW. nach Hoefer;[39] in der tiefliegenden Zone zwischen Möller's Bucht und der Ostküste (artin. Stufe), 72° 20—30′ und 72°, Str. 335° (= NNW.) nach Tschernyschew; Matotschkin Schar (ältere palaeozoische Felsarten, alte Schiefer, Gneiss auf der Schwarzen Insel, auch angeblich ein Protogyn-Stock), 73° 15′ bis 73° 25′ n. Br., allgemeines Str. hor. 11—12 (N., etwas in W., bis rein N.) nach Lehmann, bestätigt durch spätere Beobachtungen; Pachtussoff-Inseln (wahrscheinlich Ober-Silur), O.-Küste, 74° 24′ n. Br., Fall. W. (= Str. etwa N.) nach Feilden; Barents-Inseln (Ober-Carbon, nach Toula möglicherweise auch Perm),[40] 76° 16′ bis 76° 25′ n. Br., senkrecht, Str. NO. nach Hoefer. Diese Inseln bilden nur einen Theil einer carbonischen Zone, welche den NW.-Rand der Insel begleitet und deren Spuren von der Berch-Insel (75° 55′) bis Cap Nassau (76° 30′) bekannt sind. Nach einer Bemerkung von Nordenskjöld tritt Ober-Carbon oder Permo-Carbon am Aussenrande der Insel auch schon viel südlicher, und sogar schon im nördlichen Gänseland zutage.[41]

Tschernyschew hat die Meinung ausgesprochen, dass auf Nowaja-Semljä zwei selbständige Richtungen des Streichens, eine gegen NW. und eine gegen NO. gerichtete, vorhanden seien. Die gleichförmige Beugung der hauptsächlichsten Streichrichtungen von NW. und NNW. auf Waigatz bis zur nahe oder ganz meridionalen Richtung in Matotschkin Schar und den Pachtussoff-Inseln, endlich zu NO. auf den Barents-Inseln stimmt überein mit der bisherigen Ansicht, dass ein einheitlicher und im Sinne der Gebirgskette selbst streichender Bogen von Paechoi durch Waigatz und bis zum nordöstlichen Ende von Nowaja-Semljä zieht.

Die Zusammenfassung dieser Beobachtungen lässt drei Elemente erkennen, und zwar: *a*) den Ural mit zwei Aesten, diese sind *b*) Timan-Kanin, und *c*) Pae-choi-Waigatz-Nowaja-Semljä.

Der Ural, im 65° n. Br. sich gegen NO. bogenförmig zurückbeugend, in seiner ganzen Länge in der Richtung von Ost gegen West gefaltet, ist bei Ufa gestaut. Aber südlich

von dieser Strecke treten seine Falten in weiter Divergenz vorwärts und auseinander, vielleicht bis zu den Jergeni reichend, und im Norden sieht man wiederholte Parma's (Kulissen) abgehen; Timan ist eine solche Kulisse und vielleicht auch Paechoi. Die Entwicklung dieser vorliegenden Züge ist nicht ganz die gleiche. Im Norden scheint sie wenigstens in Timan schon in einem viel älteren Unterbau vorgezeichnet zu sein, während im Süden solche Anzeichen fehlen. In beiden Fällen sieht man aber nichts von jenem scharfen Gegensatze gegen das Vorland, der z. B. den Nordrand der Alpen und Karpathen begleitet. Es wird sich im Gegentheile bald zeigen, dass die ältesten sichtbaren Theile des Vorlandes in ähnlicher Richtung streichen. Die uralischen Falten sind trotz der Stauung bei Ufa und trotz vielfacher Ueberfaltung gegen West nicht vereinzelte Zweigfalten, welche von fremden Horsten festgehalten werden und sich krümmen wie der Banda-Bogen. Sie haben keine sichtbare scharfe Grenze gegen Ost und verrathen in ihren westlichen Vorlagen auch eine gewisse Gleichartigkeit mit dem Vorlande (I, 645). Sie sind gleichsam innere Vorgänge einer grösseren, gemeinsamen und älteren Einheit. Der Ural erinnert durch seine Lage und seine Länge an die peripherischen Falten des östlichen Eurasien, wie Djugdjur, Sichota-Alin, vielleicht auch den grossen Chingan. In der That gelangt man in diesem Theile von Nord-Europa zu Leitlinien, welche nicht geringe Aehnlichkeit mit einzelnen Theilen der ostasiatischen Inselkränze besitzen.

Fig. 18.

Die beiden Figuren 18 und 19 zeigen diess in einer sehr beiläufigen Weise an. Bei Fig. 18 ist zu bemerken, dass die uralischen Linien, deren Zusammenschluss in diesem Maasstabe nicht richtig gegeben werden konnte, in weit höheren Breiten liegen als die asiatischen, und dass wir gewohnt sind, sie auf unseren Karten in sehr verzerrtem Bilde zu sehen. Bei Fig. 19 sollte beachtet werden, dass der Werchojan'sche Bogen eine besondere Stellung einnimmt und noch nicht besprochen worden ist. Liu-kiu dürfte von Süd-Japan abgeschnitten werden. So

werden auf Jesso die Kurilen abgeschnitten, aber die vulcanische Linie tritt in der Gruppe Optateshike in den abschneidenden Bogen ein (III, 178).

Die vorcambrische Tafel. Vor dem Ural breitet sich die weite russische Ebene aus. Erst in grösserer Entfernung gegen West und gegen Südwest ist ihre alte Unterlage sichtbar. In den Falten der uralischen Ostseite, in den westsibirischen Flussthälern sind Devon und wahrscheinlich auch Unter-Carbon mitgefaltet. An dem westlichen Rande des Ural greift die Faltung in noch weit

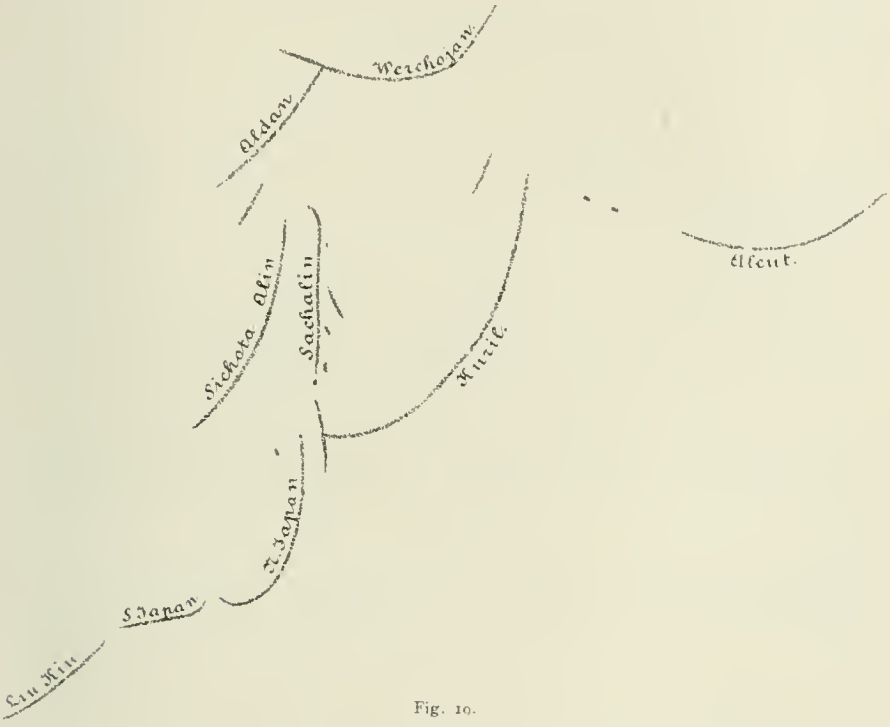


Fig. 10.

jüngere Sedimente. Die Falten der Unterlage der Ebene sind viel älter, und die Umgebungen des finnischen Busens zeigen, dass sie bereits in vorcambrischer Zeit abgetragen gewesen sind.

Trotz dieses Altersunterschiedes gewahrt man eine bemerkenswerte Uebereinstimmung zwischen der Richtung dieser alten Falten und jener der Falten des Ural.

Herr Karpinski hat in seiner lehrreichen Schrift über die physico-geographischen Verhältnisse Russland's versucht, die meridionalen (uralischen) Leitlinien des Landes in ihrem Gegen-

satze zu den latitudinalen (kaukasischen) Linien darzustellen. Eine erste dieser Linien wird von den Mugodjaren längs des Ural, dann gegen NW. in der Richtung des Timan-Gebirges gegen Kanin Noss gezogen. Dieser leicht gegen West concaven Linie folgen auf Karpinski's Skizze weitere ähnliche Linien mit allmähligem Uebergange zur geraden, meridionalen Linie bis nach Finland und bis an den Dnjepr.[42]

Der Gegensatz nicht nur zum Kaukasus, sondern auch zur Krim, zu den Karpathen und zu allen mitteleuropäischen Leitlinien tritt dabei auf's Deutlichste hervor, und die Sachlage erfordert eine genaue Prüfung.

Der Osten des baltischen Schildes. Die Linie von Kexholm am Ladoga zu dem NO.-Winkel des finnischen Golfes trennt die alten finnischen Felsarten von den jungen Sedimenten des Flachlandes, welches in der ganzen Breite des Ladoga wie des finnischen Busens südwärts bis über St. Petersburg reicht. Diese Linie wird als ein Bruch angesehen. Die Insel Hogland ist nach Ramsay ein Horst.[43] Dennoch hat man unter St. Petersburg in 195 bis 200 M. den Gneiss erreicht.[44]

Ladoga und Onega sind gleichfalls durch junge Sedimente verbunden und vom botnischen Busen bis zum Weissen Meere scheint der baltische Schild beinahe wie ein Horst von dem südlichen Lande abgetrennt zu sein. Nichtsdestoweniger kann, insbesondere nach Karpinski's Darlegungen, kein Zweifel darüber bleiben, dass die im Süden Russland's auftauchenden archaischen Gesteine die Fortsetzung der alten Felsarten des Nordens sind.[45]

Sederholm unterscheidet in den praecambrischen Felsarten Finland's drei selbständige Gruppen. Die jüngste derselben, die jotnische Abtheilung, ist nicht oder wenig gefaltet, liegt discordant auf den älteren Gliedern und besteht vorwaltend aus Sandstein. Die zweite oder jatulische Abtheilung, aus Quarzit, Schiefer, Dolomit und basischen Eruptivgesteinen gebildet, ist gefaltet. Sie entspricht wohl im Grossen dem sogenannten ‚Algonkian'. Unter dieser folgt, abermals durch Discordanz getrennt, die archaische Gruppe; hier fällt dem Granit-Gneiss der grösste Theil zu.[46]

Wir beginnen im Norden des Ladoga-See's.

In diesen Gegenden herrscht Str. NNW. mit örtlichen Abweichungen gegen NW. Miklucha-Maklay traf in altem Schiefer Str. NW., hor. $7^{1}/_{2}$—10.[47] Aehnliches berichtet Berghell vom Nordufer.[48] An dem NO.-Ende des Ladoga aber beginnt die westliche Grenze eines grossen archaischen Gebietes; sie verläuft von hier längs des W.-Ufers des Pjälis-järvi und des O.-Endes des Uleå-järvi gegen NNW. Die archaischen Felsarten sind O. von dieser Grenze nach Sederholm auf eine Erstreckung von 800 Kilom. und in der Breite von 500 Kilom. in NNW. streichende Falten gelegt. Russische Beobachtungen zeigen, dass die Ausdehnung noch grösser ist.

Lisitzin hat das Herrschen der Richtung NNW. am Pjälis-järvi gefunden und weiterhin bis Nurmes,[49] ebenso Tigerstedt im Westen und Südwesten des Pjälis-järvi, wo 20—50 Kilom. lange Züge von Diorit mit der gleichen Richtung NNW. im alten Quarzit erscheinen.[50] Endlich hat Rosberg etwa von 63° n. Br. an zwischen Merid. 31° 30′ und 32° 30′ das Streichen der Felsarten bis an die Ufer des Tuoppa-järvi in 65° 45′ n. Br. verfolgt. Bei Kallionemi (62° 45′ n. Br., 31° ö. L.) sieht man das abweichende Str. N. 50° O. im Gneiss; bald wendet sich derselbe in die meridionale Richtung, dann etwas mehr gegen W., und bis an den Tuoppa-järvi herrscht mit ganz geringen Ausnahmen die Richtung NNW. bis N. oder stellenweise NW. Am SO.-Rand dieses See's aber (65° 28′ n. Br., 33° ö. L.) erscheint Str. N. 10° O.[51]

Diese Beobachtungen liefern uns die Verbindung mit den ausgedehnten Untersuchungen, welche Inostranzew zwischen dem Onega-See und dem Weissen Meere ausgeführt hat.[52]

In diesem Gebiete werden, insoweit nicht glaciale Ablagerungen den Boden bedecken, dieselben Felsarten wie in Finland angetroffen. Gneiss, begleitet von Zügen von Granit, welche demselben Streichen folgen, ferner Talk- und Chloritschiefer bilden einen grossen Theil des Untergrundes. Darüber liegt ein Quarzconglomerat, Quarzit und Quarzschiefer, dann Dolomit. Die Auflagerung der Quarzite ist nach Inostranzew discordant,

aber sie sind doch nach der gleichen Richtung gefaltet. Das zeigt auf unterbrochene Gebirgsbildung in uralter Zeit. An der Uebereinstimmung dieser Gesteine mit Sederholm's jatulischer Stufe ist kaum zu zweifeln.[53]

Die Ergebnisse Inostranzew's lassen sich in Folgendem zusammenfassen:

Die von Rosberg beobachtete Richtung NNW. setzt sich durch den ganzen Westen des Bezirkes Powjänetz fort und erhält besonderen Ausdruck in einer grossen Scholle der quarzitischen Gesteine, welche, begleitet von Zügen eruptiver Felsarten, gegen SSO. über den Segosero und das westlich gelegene Gebiet hinzieht. An ihre Stelle tritt weiter gegen SSO. eine Scholle von krystallinischem Schiefer, welche, gleichfalls von eruptiven Zügen begleitet, die Ufer des Onega auf grosse Strecken bildet. Nördlich und östlich vom See bis über den Pudoschgorskii Pogost tritt auch Gneiss hinzu; das Streichen ist auch hier NNW. und sogar an einer Stelle WNW. Nahe nördlich von dem Orte Powjänetz aber, an dem kleinen See Matkosero, etwa in 63° 10′ n. Br., ändert sich die Richtung und wird NNO. Das Land gegen Norden ist allerdings auf weite Strecken von glacialen Ablagerungen bedeckt, aber wo sich der Felsgrund zeigt, herrscht fast ausnahmslos Str. NNO. bis an die Ufer des Weissen Meeres. Am Nordende des grossen Bygosero ist es Talk- und Chloritschiefer, am Meeresufer allenthalben Gneiss, sowohl im Süden, an dem Pomorischen Ufer, als im Westen bis gegen die Mündung des Kem. Hier erscheint sogar im graphitischen Gneiss der Insel Warbarlud die Richtung NO.

Der vorliegende Solowetzkii-Archipel bietet nur glaciale Anhäufungen.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Spur der NNO.-Richtung, welche Rosberg an dem Ende des Tuoppa-järvi traf, diesem Pomorischen Gebiete zuzurechnen ist. Dieses Gebiet umfasst aber nicht den ganzen Saum der Meeresbucht. Westlich von der Mündung der Onega, an der Kuscheretzkaja, tritt im Gneiss Str. ONO. (260°) hervor, weiterhin 285°; am Kij Ostrow bei Onega, welchen schon Murchison besuchte, trifft man dagegen wieder die weit verbreitete Richtung NW. bis NNW. (320—345°) wie in Finland.

Nun entsteht die Frage, ob in dem Gneiss und Hornblendegneiss, welcher den grössten Theil der Halbinsel Kola zusammensetzt, die Pomor'sche Richtung NNO. sich fortsetzt. Ramsay hat eine Liste von Streichrichtungen veröffentlicht. Nur an einer Stelle der östlichen Küste, Karabelnaja Nawolok unweit Ponoj, nennt derselbe N. 10° O.; bei Ponoj erscheint N.—S., weiter im Norden am Swjatoi Noss und bis Jokonsk, das ist bis über 40° ö. L., herrscht NNW. Dann wendet sich weiter gegen West die Richtung gegen NW. und WNW. Bei Kola herrscht WNW. und derselben Richtung folgen nach Kudriawzow auch die Felsarten zwischen Kantalaks u. Imandra.[54] Nach derselben Richtung WNW. streicht auch anfangs der grosse Zug von Granulit, welcher, wahrscheinlich das grösste bisher bekannte Granulit-Gebiet, im Westen des Imandra-See's hervortritt, und dann N. von 68° n. Br. in grosser Breite durch Sodankylä streicht, wo ihn Tigerstedt und Rosberg beschrieben haben;[55] dann berührt er mit seinem Nordrande das SW.-Ende des See's von Enare und beugt sich westlich von hier in sehr auffallender Weise im Bogen gegen Nord, welcher Richtung er nach Jernström bis an den Tanajoki in 70° n. Br. folgt.[56]

Diese Untersuchungen Jernström's sind von maassgebender Bedeutung für die Kenntniss dieser nordischen Gebiete gewesen. Sederholm, welcher im J. 1898 die Gegend S. vom Enare-See neuerdings besucht hat, bestätigt die älteren Beobachtungen von Jernström; ferner theilt mir Herr Sederholm mit, dass der jatulische Quarzit von Kittilä her gegen SO. sich fortsetzt und den Kitinen-Fluss im Norden der Kirche von Sodankylä erreicht. Er besitzt daher eine ähnliche Richtung wie der südliche Rand des Granulitzuges. Der Granulitzug ist auf Sederholm's Karte von Finland mit voller Deutlichkeit erkennbar.

In einem grossen Theile von Finland, ferner im Norden des Ladoga und des Onega bis zu den Inseln des Weissen Meeres, auf der Halbinsel Kola, sowie in den öden Gebieten zwischen den See'n Imandra und Enare, sieht man daher die ältesten Felsarten mit Inbegriff der discordanten jatulischen Reihe in lange Falten gelegt und es ist bereits möglich, einige Linien des Verlaufes dieser Falten und damit zugleich den Grundplan dieser uralten Gebirgs-

züge zu erkennen. Im allgemeinen kann man sagen, dass NNW. vorherrschend ist vom botnischen Busen bis zum SO.-Ende des Tuoppa-järvi, bis über den Ladoga und Onega und bis etwas N. von Powjänetz und dass diese Richtung wieder erscheint, auftauchend aus glacialer Verhüllung in der Nähe der Mündung des Onegaflusses. Dazwischen aber liegt ein Gebiet, in welchem NNO. fast ausschliesslich herrscht. Dieses reicht von den genannten Punkten am Tuoppa-järvi und nördlich von Powjänetz bis an die Pomor'sche Küste und in die Nähe der Mündung des Kem. Vielleicht erscheint eine Spur derselben wieder an der Ostküste von Kola, aber soweit das Innere von Kola bekannt ist, wendet sich Str. NNO. sofort in NS., weiter gegen West in NNW. und dann in WNW. bis über den Imandra-See, verfolgt im Granulitzuge dieselbe Richtung WNW. bis S. vom Enare und wendet sich dann gegen Nord.

Die genannten Richtungen sind dieselben wie jene des Ural und des Pae-choi.

Die nördlich vom Onega und vom Ladoga und im mittleren Finland herrschende Richtung NNW., welche zuweilen dem Meridian sehr genähert ist, entspricht der Hauptstrecke des Ural südlich vom Töll poss. Die Pomor'sche Richtung gegen NNO., welche nach Inostranzew's Angabe wahrscheinlich in flachem Bogen N. vom Onega aus der NNW. Richtung hervorgeht, würde dem nördlicheren Theile des Ural zu vergleichen sein.

Wir haben gesehen, dass auf Kanin Ober-Silur discordant liegt auf sericitischem Schiefer, welcher die Richtung des Pae-choi wiederholt. Nun wiederholt der Granulitzug des nördlichen Lappland auf eine merkwürdige Weise die Curve von Nowaja-Semljä. Tschernyschew hebt bereits die Uebereinstimmung von Pae-choi, Timan, dann der nördlichen Umrandung des skandinavischen Horstes und von Kola hervor.[57] Der Grundriss des lappischen Granulitzuges führt noch tiefer, in das Gefüge der archaischen Tafel selbst hinein. Es ist als wäre der Plan eines weiteren Bogens schon vorgezeichnet gewesen in vorjotnischer oder doch in vorcambrischer Zeit, welcher noch hinzuzufügen wäre zu Fig. 18. Die Frage ist aber von so grosser Tragweite für das Verständniss der Inselbogen überhaupt, dass es genügen mag, ihre Prüfung angeregt zu haben.

Die Mitte und der Westen des baltischen Schildes. Wir kehren zu der Grenzlinie des Granitgneisses am NO. Ladoga und am Pjälis-järvi zurück. Dieser Granit-Gneiss ist ohne Zweifel das älteste in Finland sichtbare Gestein, und Sederholm stellt ihn gleich dem ‚Jerngneis' oder Eisen-Gneiss des westlichen Schweden. Nie gibt er Gänge in die Nachbargesteine ab. Die gegen West über ihm folgenden geschichteten Felsarten, zuerst eine breite Zone von Hornblendschiefer mit Einlagerungen von Kalkstein, dann Glimmerschiefer, Quarzitschiefer u. And. nähern sich schrittweise den normalen Sedimenten. Es sind auch gneissartige Gesteine vorhanden, und anfangs scheint das Streichen der Falten noch ziemlich dasselbe zu sein und gegen NNW. in das nördliche Schweden hinüberzureichen.[58]

Dann ändert sich die Sachlage.

Das Gebiet des eben erwähnten ‚Jerngneis', nämlich das einförmige, weite Gebiet des schwedischen Granitgneisses, z. Th. auch Hornblendegneiss, liegt weit westlich von hier. Es ist gegen Ost begrenzt durch eine lange, bereits von Erdmann erkannte, meridionale Linie. Diese Linie beginnt an der Südküste in der Nähe von Sölvisborg und läuft etwa in 15° 20′ ö. L. gegen das S. Ende des Wettern-See's, an die O. Seite des Wenern und in der Richtung des Klar-Elv weiter gegen den Glint. Ihre Länge beträgt mehr als fünf Breitegrade.

Die Westseite dieser Linie, daher der Osten des Gneissgebietes, ist durchzogen von zahlreichen und langen meridionalen Gängen von Hyperit, und so auffallend ist die Verschiedenheit im Osten und im Westen der langen Grenze, dass Nathorst einmal die Vermuthung aussprach, sie könne eine grosse, uralte Verwerfung darstellen mit Senkung der Westseite.[59]

Man kann nicht sagen, dass die Frage über die Natur dieser Grenze gelöst ist. Nur für eine kurze Strecke des äussersten Süden liegen mir genauere neuere Untersuchungen vor. Nachdem schon früher de Geer N. von Sölvisburg in der Nähe der vermutheten Grenzlinie ein Conglomerat im Glimmerschiefer aufgefunden hatte, zeigte Bäckström, dass wenigstens an dieser Stelle die Grenze in der aus dem Norden geschilderten Schärfe

nicht vorhanden ist. Allerdings streicht an der vermutheten Grenze ein Amphibolitzug herab und Hälleflint und die conglomeratführende Serie zeigen eine gewisse Theilung an, aber auch östlich von dieser gibt es vereinzelte Kuppen von Granit-Gneiss, und ein meridionaler Bruch ist nicht vorhanden; vielleicht liegt er weiter im Westen. Wenn Senkung vorhanden ist, meint Bäckström, müsse der Osten der gesenkte Theil sein.[60]

Zwischen diesen beiden, weit von einander entfernten Linien nun, d. i. zwischen dem Ladoga und dem Wettern, liegt in der Mitte des baltischen Schildes ein Gebiet von abweichendem Baue. Während ausserhalb dieser Linien, im Osten wie im Westen, der älteste Gneiss und Einförmigkeit des Baues herrschen, entwickelt sich zwischen beiden eine beträchtliche Mannigfaltigkeit durch das Auftreten von Eruptivgesteinen verschiedenen, doch vorcambrischen Alters und durch vorcambrische Discordanzen. Der Rücken eines grossen granitischen Batholithen nimmt die Mitte von Finland ein, ein zweiter liegt in Småland, ein dritter nördlich von diesem; man sieht einen OW. streichenden Gneisszug zwischen den beiden letzteren Granitmassen; kleinere Eruptivgebiete treten hinzu. Wie in vielen anderen alten Abrasionsfeldern, ist das Streichen beeinflusst durch den Umriss der Batholithen und man meint öfters eher eine Anordnung nach Zwiebelschalen zu sehen, als den Grundriss einstiger Faltungen.

Aehnliche Granite trafen Cohen und Deecke als die Grundlage der Insel Bornholm an und hieraus wurde geschlossen, dass die meridionale Grenzlinie sich W. von Bornholm fortsetzt.[61]

In dem vielgestaltigen Gebiete zwischen Ladoga und Wettern sucht man vergeblich nach den Spuren des alten Bauplanes und erst jenseits der westlichen Grenze, im Gneiss des SW. Schweden, kann man hoffen, sie wiederzufinden. Da diese Mitte zahlreiche Gesteine umfasst, welche jünger sind als die Gneisse des Ostens und des Westens, wird sie im tektonischen Sinne als tieferliegend anzusehen sein, und hieraus ergibt sich zugleich, dass die Grenzlinie im Westen, wenn sie weder Bruch noch Flexur ist, dennoch eine überwiegende Neigung der Gneissoberfläche gegen die Mitte anzeigen muss, wie diess an der finnischen Grenzlinie bekannt ist.

Der Granit-Gneiss selbst streicht in SW. Schweden sehr vorherrschend gegen Nord; diese Richtung tritt nicht nur längs der Grenzlinie in Verbindung mit den NS. streichenden Hyperitgängen hervor, sondern auch im Westen, von W. Schonen durch Bohuslän, Dalsland bis Wermland.[62] Auf norwegischem Gebiete aber stellt sich die finnische Richtung NNW. wieder ein und hält an bis an den Graben von Kristiania, an den Mjösen-See und nordwärts bis Trysil (Klar-Elv).[63] So gelangen wir bis in die Nähe der alten Eruptivmasse des Dovre-Gebirges. Im Westen des Grabens aber, in Kristiansand, herrscht wieder Granit.

Süd-Russland. Zuerst sieht man in Wolhynien und Woronesch nur ganz vereinzelte Vorkommnisse von alten Felsarten, weit voneinander entfernt durch eine Decke von jungen Sedimenten. An den Ufern der Flussthäler werden sie da und dort entblösst; dann gewinnen die Aufschlüsse Zusammenhang, weniger im Norden, mehr an den Oberläufen der Flüsse, welche südwärts fliessen im Gouv. Cherson, zwischen Bug und Dnjepr, aber dort verschwinden sie wieder nicht weit südlich vom 48. Breitengrade. Nördlich vom Dnjepr sind sie nur an wenigen Stellen sichtbar, und die Beugung dieses Flusses trennt oberflächlich ein westliches von einem östlichen, besser aufgeschlossenen Gebiete, welches sich im Norden des Asow'schen Meeres ausbreitet.

Es sind dieselben Felsarten wie im Norden; Gneiss in innigster Beziehung mit Granit und öfters als Granit-Gneiss bezeichnet, bildet das älteste Glied; jüngere geschichtete Felsarten sind eingefaltet, unter ihnen namentlich Quarzite, welche von Eisenerz begleitet sind; daneben erscheinen Massengesteine, Granit, Syenit, Gabbro und Andere.

Nördlich von Schitomir, dann zwischen dieser Stadt und Kiew sind in den Flussthälern alte Massengesteine sichtbar, welche früher als Labradorite bezeichnet wurden und für welche Chrustschow den Namen Perthitophyr geschaffen hat.[64] Das westlichste bekannte Vorkommen archaischer Felsarten liegt bei Schepetowka (nahe 27° ö. L. zwischen den Fl. Gorin und Slutsch); unweit davon, am Slutsch, traf Laskarew Gneiss, Str. NW. 300°. Bei Ostropol in Wolhynien streicht nach Miklucha-

Maklaj vertical gestellter Hypersthen-Gneiss NS., dann südwestlich von Schitomir NNW., hor. $10^1/_2$ und näher an dieser Stadt NW., hor. 9.[66]

S. vom Dnjepr fand Domher im Gouvernement Cherson das Streichen des Gneisses NW. ‚oder richtiger NNW.',[67] und nach den Aufnahmen von Sokolow trifft man in diesem Gouvernement meridionales Streichen des Gneisses mit Abweichungen gegen O., aber viel häufiger gegen W., so dass NNW. als die herrschende Richtung bezeichnet wird.[68] Weiterhin am Ufer des Dnjepr, zwischen Nowo-Georgiewsk und Ekaterinoslaw, streicht nach Pjatnitzki das archaische Gebirge fast ausnahmslos gegen NW.[69]

Von besonderer Bedeutung für die Kenntniss des Streichens sind die von Eisenerzen begleiteten Quarzite und Talkschiefer von Kriwoi-Rog am Inguletz. Sie liegen in sehr lange und enge Synclinalen eingeklemmt im Gneiss. Der Erzreichthum hat veranlasst, dass ihr Verlauf genau verfolgt wurde. Bei dem Orte Kriwoi-Rog scheinen sie sich aus der Richtung N. allmählig gegen NNO. zu wenden; nach Sokolow findet gegen Nord eine Theilung der Züge statt, und wendet sich die Mehrzahl derselben gegen NNW. Nach Monkowski's Angaben herrscht N. vom Kriwoi-Rog meridionales Streichen, einen leicht gegen West concaven Bogen bildend und hervorgebracht durch einen in der Richtung aus Ost auf die archaischen Felsarten ausgeübten Druck. Diese Beobachtungen erstrecken sich auf eine meridionale Entfernung von etwa 60—70 Kilom.[70]

Bei Alexandrowsk, am Buge des Dnjepr, schwankt nach Sokolow das Streichen des Gneisses zwischen NNW. und NNO.[71]

Demselben Beobachter, welcher so viel für die genauere Kenntniss des südlichen Russland geleistet hat, ist eine Karte des westlichen Theiles des N. vom Asow'schen Meere liegenden archaischen Gebietes zu verdanken. Auf derselben ist das zwar nicht ausnahmslose, aber sehr vorherrschende Streichen gegen NW. bis NNW. verzeichnet. Auch die erzführenden Quarzite erscheinen in diesem Gebiete; SW. von Berdiansk in der Nähe des Asow'schen Meeres herrscht in ihnen die Richtung NNW.[72]

Weiter im Osten hat Morosiewitsch im Bezirke Mariupol eine beträchtliche Entwicklung von Massengesteinen, namentlich von Syenit, angetroffen; unerwarteterweise fand Morosiewitsch hier basaltische und andesitische Ergusslaven, auch andesitische Tuffe. Sie stehen, mit einer einzigen Ausnahme, an der Grenze des archaischen Gebietes gegen die flötzführenden Sedimente des Donetz-Beckens, und über andesitischen Lakkolithen lagern Schollen von palaeozoischen Sedimenten. Diese postcarbonischen Eruptivgesteine bezeichnen eine Dislocationszone an der Grenze gegen das Carbon. Die Gneisse im Westen von dieser Gegend sind in Horste und Gräben getheilt.[73]

Uebersicht. Das Ergebniss aus dieser Häufung von Einzelheiten ist folgendes:

Die aus abgetragenen, vorcambrischen Falten bestehende russische Tafel ist vom Eismeere bis an das Asow'sche Meer und bis 27° ö. L. kennbar. Die weiteren Grenzen gegen West sind unbestimmt. Das Streichen ist vom Süden nordwärts bis über den Onega-See sehr vorherrschend NNW. bis NW., und zwar überwiegt in Finland und im Norden überhaupt die mehr dem Meridian genäherte Richtung NNW. Gegen die Pomor'sche Küste am Weissen Meere stellt sich aber NNO. und sogar ONO. ein. Der Granulitzug von Enare hat eine bogenförmige Gestalt, sehr ähnlich in Lage und Verlauf dem Streichen von Nowaja-Semljä.

Die allgemeine Anlage der Leitlinien ist ähnlich jener in dem weit jüngeren Ural, und der Ural kann als eine posthume Bildung auf dem alten Plane bezeichnet werden. Dieses gilt auch von Timan-Kanin.

Der südliche Theil der Tafel ist durchzogen von jüngeren, WNW. streichenden Dislocationen, welche dem Kaukasus parallel sind und abweichen von den alten Richtungen der Tafel. Karpinski hat nicht nur diesen Gegensatz seit lange erkannt, sondern auch gesehen, dass die getrennten archaischen Schollen der Tafel als Horste den Verlauf der jüngeren Falten beeinflussen, und dass namentlich die Krümmung vom Kaukasus zur Krim wahrscheinlich durch den Asow'schen Horst veranlasst wird.[74]

Die Fortsetzungen der WNW.-Dislocationen sind es, welche als Karpinski'sche Linien bezeichnet wurden (I, 604, Taf. V, *m*, *m*). Auf ihnen sieht man Bewegungen, welche jünger sind als die Kreideformation. Das unerwartete Hervortreten von Anamesit bei Rowno in Wolhynien und das Erscheinen jüngerer vulcanischen Intrusionen an der NO.-Grenze des Asow'schen Horstes gegen das Carbon des Donetz deuten an, dass es sich hier streckenweise um sehr tiefgehende Dislocationen handelt.

Die caledonischen Linien. Am Rande des atlantischen Oceans, westlich von den grossen caledonischen Ueberschiebungen (II, 92), liegt ein Stück uralten Vorlandes. Es umfasst die westlichen Hebriden, namentlich die Insel Lewis, ferner einige Vorgebirge des westlichen Schottland und einige zwischenliegende Inseln (II, 95, Fig. 10).

Die älteste Felsart dieses Gebietes ist der ‚Lewisian-Gneiss'. An seinen Faltungen nehmen in Loch Maree alte Schiefergesteine theil, welche dem ‚älteren Algonkian' gleichgestellt werden. Die Oberfläche dieser gefalteten Felsarten ist tief erodirt, und auf ihr lagert in scharfer Discordanz der nicht gefaltete, braune Torridon-Sandstone. Ihm kommt daher eine ähnliche Stellung zu, wie dem schwedischen Dal-Sandstein, der jotnischen Serie in Finland und vielleicht auch Barrande's Stufen *A* und *B* in Böhmen.

In Sutherland und Ross sieht man Erosions-Thäler von 2—3000 Fuss Tiefe, welchen dieser Sandstein eingelagert ist.[75]

Der älteste Gneiss ist von unzähligen, zumeist basischen Gängen (Str. WNW.) durchschnitten, welche eine streifenförmige Zertrümmerung des ganzen Gneiss-Gebirges anzeigen. Ihnen folgt eine Gruppe sehr basischer Gänge (Str. OW.), und zuletzt erscheinen granitische und syenitische Intrusionen. Alle diese Vorkommnisse sind jünger als die Faltung des Gneiss und der alten Schiefergesteine und älter als der Torridon-Sandstone.[76]

Ueber dieses hebridische Vorland treten die bereits geschilderten caledonischen Schuppen. Sie wurden von SO. gegen NW. bewegt. Die Wechselflächen, auf welchen sie bewegt wurden, sind in der Regel nur mässig gegen den Horizont

geneigt, können sich jedoch plötzlich aufrichten. Aus dem Umstande, dass eine Wechselfläche zuweilen von einer zweiten abgeschnitten wird, sowie dass in der Zwischenzeit vulcanische Intrusionen erfolgt sind, wurde gefolgert, dass die Bewegungen intermittirend gewesen seien.[77]

Von ganz besonderer Bedeutung ist die Feststellung des Umstandes, dass innerhalb der caledonischen Züge Felsarten auftreten, welche aus einer Umwandlung von Felsarten des Vorlandes entstanden sind. Herrn Lapworth gebührt das Verdienst, zuerst gezeigt zu haben, dass der östliche oder caledonische Gneiss ein Gemenge von Hebriden-Gneiss, von sedimentären und von späteren vulcanischen Felsarten ist, verändert durch die Bewegungen.[78] In gleicher Weise ist durch die Arbeiten der Landesaufnahme ermittelt worden, dass Theile der Torridon-Gruppe zwischen die caledonischen Schuppen eingezwängt sind, dass sie übergehen in die ‚Moine schistes' und in grossem Maasse beitragen zur Bildung der östlichen caledonischen Gesteine.[79]

In grösserer Entfernung von dem Aussenrande der caledonischen Schuppen wird der grösste Theil der schottischen Horste von dynamisch hochveränderten Felsarten gebildet, welche aus dem nordwestlichen Irland bis zur Nordsee streichen. Arch. Geikie hat für sie den Sammelnamen ‚Dalradian' geschaffen.[80] In den letzten Jahren ist es möglich gewesen, in diesen hochveränderten Gesteinen eine Reihe silurischer Stufen zu unterscheiden. Diese Serie enthält aber zahlreiche Einschaltungen von Diorit, Epidiorit, Hornblendeschiefer, Grünschiefer, auch Intrusivgänge von Diabas. Topfstein, welcher hier vorkommt, wird jenem von Trondhjem verglichen und wird wie dort für architektonische Zwecke verwendet.

Das Auftreten vorherrschend basischer Eruptivgesteine in grosser Menge innerhalb der tieferen palaeozoischen Schichten, mit Abnahme erst etwa vom Ober-Silur an, ist bezeichnend für die Entwicklung dieser Formationen in Gross-Britannien. Hierin besteht ein auffallender Gegensatz zu den flachgelagerten palaeozoischen Vorkommnissen der baltischen Ufer.

Die skandinavische Ueberschiebung (II, 66—81). In dem nun zu besprechenden Gebiete haben die letzten Jahre grosse Fortschritte gebracht und es wird sich nicht vermeiden lassen, dass der Vollständigkeit halber Einzelnes wiederholt werde, was bereits erwähnt worden ist.

In der Annahme, dass die caledonischen Falten durch die Orkney- und Shetland-Inseln sich fortsetzen nach Norwegen besteht Uebereinstimmung. Judd, welcher die Randbrüche von NO.-Schottland untersuchte, meint sogar, dass die Trennung Skandinavien's von Gross-Britannien möglicherweise erst seit dem Erscheinen des Menschengeschlechtes erfolgt sei. Reusch, welcher eine ausgezeichnete Karte der südwestlichen Inseln Norwegen's entworfen hat, sagt, dass die norwegischen und die schottischen Falten mit Sicherheit ein einheitliches System bilden, nur unterbrochen durch die Senkung der Nordsee.[81]

Ein Blick auf die Landkarte lehrt allerdings, dass, wenigstens im südlichen Norwegen, kaum die Fortsetzung der Aussenzone von Eriboll, sondern nur jene von mehr gegen Osten gelegenen Theilen des caledonischen Aufbaues vermuthet werden darf. Diese norwegischen Gebirge zeigen thatsächlich viele Punkte der Uebereinstimmung, während in anderen Beziehungen ein schwer verständlicher Gegensatz hervortritt. Sie sind im allgemeinen tiefer abgetragen als die schottischen Berge, aber doch nicht so völlig geebnet wie die Falten des O.-Ural, und befinden sich in einem Zustande der Abtragung, in welchem Aufschluss gehofft werden darf über die so selten sichtbaren Beziehungen eines Faltengebirges zu einem nahen Tafellande. A. E. Törnebohm gebührt das hohe Verdienst, hier durch eine ausserordentlich kühne Auffassung den Weg zum Verständnisse eröffnet zu haben.[82]

Vom finnischen Busen her über die Aland-Inseln und Upland, über Dagö und Oesel, über Gotland, Oeland und die Westküste des Kalmar-Sundes zieht der flachgelagerte Gürtel palaeozoischer Schichten, beginnend mit cambrischen Sedimenten. Derselbe Gürtel liegt, in Schollen zerbrochen, auf Schonen (II, 62, Fig. 5); Stücke desselben sind in den Graben von Kristiania

DIE ÜBERSCHIEBUNGEN IM MITTLEREN SKANDINAVIEN.

Nach A. E. Törnebohm.

Grundgebirge im Südosten. A = *Archaisch;* Da = *Dalsandstein;* Sp = *Sparagmit,* Si = *Silur;* ▭ *Gabbro des Jötungebirges.*

Gefaltetes Gebirge und überschobene Schollen. A = *Archaisch;* (Sp = *Sparagmit;* ar = *Åre-Schiefer* = *Seve-Gruppe;* Rör = *Röros-Schiefer. Die höheren cambrischen und silurischen Schichten sind nicht durch Buchstaben bezeichnet.*

Ekn. = *Ekne-Gruppe* = ? *Devon;* ◖◗ *Jüngerer Granit;* ▭ *Grüne Eruptivgesteine;* ▭ *Brek-Schiefer.*

Höhen in Meter

bis an den Mjösen-See versenkt. Landeinwärts sind die vorcambrischen Gesteine entblösst, aber auch auf ihnen sieht man da und dort eine durch Versenkung vor der allgemeinen Abtragung bewahrte Scholle, welche zeigt, dass der ganze Schild einstens von diesen cambrischen und silurischen Schichten bedeckt gewesen ist. Bruch und Versenkung sind oft sichtbar, aber nirgends Faltung, etwa mit Ausnahme einer flachen Anticlinale auf den Alands-Inseln.[83] Nachdem ein beträchtlicher Theil der Breite der Halbinsel gekreuzt ist, gelangt man an den Glint, welcher die Halbinsel vom Süden bis zum Norden, d. i. durch mehr als zehn Breitegrade, als ein ansehnlicher, allerdings durch Erosion vielfach gegliederter Abhang durchzieht.

Auf der ganzen Länge des Glint, oder wenigstens von der Hardanger-Vidda (60° n. Br.) bis in die Lappmarken jenseits 68° n. Br., ist das Auftreten cambrischer Sedimente in demselben durch Versteinerungen sichergestellt. An vielen Stellen, namentlich in Jemtland, kennt man über den cambrischen auch silurische Schichten. Zwischen 61 und 64° n. Br. ist nach Törnebohm's genauen Angaben (II, 68) die Gliederung folgende: 1. Zu unterst Sparagmit, d. i. feldspathführender Quarzsandstein, zwischen Gudbrandsdalen und dem Glommen bis 900 M. mächtig, aber von hier ziemlich rasch an Mächtigkeit abnehmend; 2. darüber der Biri-Kalkstein, oft dolomitisch, erreicht 300 M., örtlich bis 500 M.; 3. hierauf der obere Sparagmit, welcher in Rendal 1000 M. mächtig wird. Diese drei Glieder, welche aller Wahrscheinlichkeit nach jünger sind als der östlich vom Glint auf dem Urgebirge liegende Dal-Sandstein, haben noch keine organischen Reste geliefert. Ueber ihnen folgt ein Conglomerat, als der Blauquarz bekannt, welches mit petrefactenführenden cambrischen Schichten enge verbunden ist, und über diesem liegt die silurische Reihe, deren Gliederung in Jemtland Högbom und Wiman beschrieben haben. Sie reichen bis in's Ober-Silur, und zwar bis in die Graptolithen-Schiefer über dem Pentamerus-Kalk von Kristiania.[84]

Man kann sagen, dass die cambrischen und silurischen Sedimente am Fusse und in den Vorlagen des Glint die Merkmale

der gleichaltrigen Ablagerungen von Kristiania und dem Mjösen-See sowie des baltischen Silurgürtels an sich tragen, mit Einschaltung grösserer Mächtigkeiten von versteinerungslosen Sedimenten an ihrer Basis. In dem genannten Gürtel ist die Lagerung flach; vor und unter dem Glint ist sie es auch und an beiden Stellen ruht die Schichtfolge discordant auf dem Urgebirge des Schildes.

Ueber dieser normalen Schichtfolge lagert flach eine zweite, fremde Reihe von Felsarten. Sie wurde früher von einzelnen Beobachtern für ein Ufer gehalten, dem die normalen Silurschichten an ihrem Fusse angelagert wären (II, 69); diess hat sich nicht bestätigt. Sie besteht aus Quarzit und Phyllit, öfters völlig dem Sparagmit identisch, auf grosse Strecken aber aus Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Gneiss. Törnebohm hält die letzteren für durch Druck veränderten Sparagmit und bezeichnet sie als die Åre-Gruppe, die ganze auflagernde Gesteinsfolge aber als die Seve-Gruppe.

Die Auflagerung dieser hochveränderten Gesteine auf normalen palaeozoischen Sedimenten ist durch zahlreiche Beobachtungen ausser Zweifel gesetzt (II, 172, Anm. 58), und zwar auf eine Strecke von 9 Breitegraden und bis zu der Breite von 90—100 Kilom.[85]

Der vordere Rand des Glint ist häufig in Schollen aufgelöst (Taf. XV); dann bildet die Seve-Gruppe die Krönung der Schollen. Zuweilen ist die Seve-Gruppe durch Erosion oder durch ursprüngliche Unebenheit der Unterlage unterbrochen; dann entstehen Fenster, und in den Fenstern wird die normale Gesteinsfolge als Unterlage sichtbar. Solche Fenster bilden z. B. der Höhenzug des Mull-Fjäll, W. vom Kall-Sjön in Jemtland und SW. von diesem der lange Zug, welcher im Skarsfjeld endet. Im Åreskutan, an der Ostseite des Kall-Sjön, sind die aus Amphibolitschiefer und gneissartigen Felsarten bestehenden Åreschiefer der Seve-Gruppe 1200—1500 M. mächtig, und man sieht im Osten wie im Westen ihre Auflagerung auf petrefactenführendem Silur. Åreskutan ist daher eine Deckscholle.

Auf Grund dieser nicht bestrittenen Thatsachen hat Törnebohm die Ansicht ausgesprochen, dass die ganze Masse

der Seve-Gruppe durch eine ausgedehnte tangentiale Bewegung von dem westlich liegenden Faltengebirge her über die normalen palaeozoischen Sedimente des Ostens herübergeschoben ist.

Die Gesteine des Glint zeigen, wie gesagt, in der Regel flache Lagerung. In der Gegend des Storsjön in Jemtland, wo auf eine weite Strecke die Seve-Gruppe abgetragen wurde, ist ausnahmsweise das normale Silur der Unterlage enge gefaltet; diese engen Falten sind sogar überlegt in der Richtung gegen SO. Betrachtet man aber das von Högbom veröffentlichte Profil des Südrandes der Ansätten-Scholle in Offerdal (NO. der Taf. XV), so gewinnt man den Eindruck, dass diese Faltung durch die Bewegung der auflagernden Scholle selbst (Dachschleppung, charriage) veranlasst ist.

Der mächtige alte Gabbrostock des Jötun-Gebirges veranlasst südlich von Gudbrandsdal verwickelte Verhältnisse, welche noch nicht geklärt sind, aber auch hier sind die normalen palaeozoischen Sedimente des Glint bekannt. In der Gegend von Stavanger erreichen sie im Süden das Meer. Hier sind sie einer zweiten palaeozoischen Schichtfolge genähert, welche im Südwesten in der Insel Karmö zuerst aus dem Meere herauftaucht, und welche alle wesentlichen Kennzeichen des grossen westlichen Faltungsgebirges darbietet.

Während die cambrischen und silurischen Schichten des Glint das baltische Gepräge an sich tragen, zeichnet sich die westliche Serie durch das mächtige Auftreten von grünen, zumeist gabbroähnlichen Eruptivgesteinen und von grünen Tuffen aus. So sehr sie sich durch diesen Umstand von den Sedimenten des Glint entfernt, ebenso sehr nähert sie sich durch dieselben den schottischen Vorkommnissen. Eine Vergleichung der Faunen ist aber schwierig, weil bei der weitgehenden dynamischen Veränderung der Gesteine die Versteinerungen selten sind und ihre Erhaltung mangelhaft ist.

Von Karmö her ziehen dioritische Felsarten und grüne geschichtete Gesteine über die Inseln nordwärts gegen Bergen; Reusch hat sie beschrieben und auf Grund von Funden auf

Bömmelö und Storen zum mittleren oder oberen Silur gestellt. Auch saure Eruptivgesteine treten hervor. Zugleich verfolgen Gneiss und Thonglimmerschiefer ein abweichendes Streichen gegen NNO. in der Richtung des Hardanger-Fjord. Bei Bergen tritt dann eine halbkreisförmige Beugung des Streichens ein (II, 80).[80] Weiter im Norden, im Westen des Jötun-Gebirges, fehlen mir neuere Angaben. Am Nordrande dieses Gebirges erreichen wir das Gebiet der letzten Darstellung Törnebohm's (Taf. XV).

Das weite Stück der Ruine eines grossen Faltengebirges, welches sich von Dovre gegen NNO. bis über das Ende des Snåsen Vand erstreckt, ist von Kjerulf als das Trondhjemfältet bezeichnet worden. Nur die Wurzeln langgestreckter Synclinalen zeigen die einstige Richtung des Streichens an. Die Axen derselben oder, wie Törnebohm sie nennt, die Kernlinien, convergiren gegen NNO. Eine dieser Synclinalen liegt N. von Bettstatt-Fjord und Snåsen Vand. Die zweite ist zwischen Bettstatt-Fjord und Trondhjem-Fjord sichtbar, den Ausgang des letzteren durchschneidend. Die dritte, kleinere, liegt in der WSW.-Fortsetzung des Trondhjem-Fjord. Die vierte geht vom südlichen Ufer dieses Fjords gegen WSW. und verschmilzt in ihrem nördlichen Theile O. von Trondhjem mit der grossen Hauptmulde, welche vom Grömminger O. von Snåsen Vand gegen SW. bis in die Nähe des Jötun-Gebirges sich ausstreckt.

Zwischen diesen Synclinalen erheben sich breite, flach domförmige Massen archaischer Gesteine. Es ist sehr lehrreich, zu sehen, dass trotz der gerundeten Umrisse dieser breiten Massen dennoch die Anlage des Gebirges, wie aus den Synclinalen hervorgeht, eine kulissenförmige gewesen sein muss. In den schmalen Synclinalen sind die Gesteine stark gepresst, zumeist nahe senkrecht; in der grossen Hauptmulde scheinen sie eine mehr oder minder fächerförmige Stellung zu erlangen, wobei die Axe des Fächers gegen den östlichen Rand der Mulde liegt.

Das tiefste Glied der gefalteten Gesteine bildet die Gruppe der Åre-Schiefer. Ueber denselben liegt der Röros-Schiefer, welcher bald ein Thonglimmerschiefer, bald ein Sideritglimmerschiefer oder Glimmerquarzit ist, stellenweise Hornblende aufnimmt und als

Garbenschiefer erscheint. Er wird auch ausserhalb der Falten, z. B. als Decke der Ansätten-Scholle angetroffen. Die Gliederung der sehr mächtigen Folge von Schiefer und Sandstein, im Obersilur auch von Kalkstein, welche dem Röros-Schiefer auflagert, bin ich hier im Einzelnen anzuführen nicht in der Lage. In der Seve-Gruppe sieht man biotit- und hypersthenführenden Gabbro. Noch bedeutender ist sein Vorkommen im Unter-Silur, welches auch grüne Schiefer in beträchtlicher Ausdehnung zeigt. In verringertem Maasse werden diese Gesteine im Ober-Silur getroffen. Sie wurden auch von der Faltung beeinflusst. Die vereinzelten Vorkommnisse von jungem Granit (schwarz auf Taf. XV) innerhalb der grossen Mulde zeigen dagegen eine solche dynamische Beeinflussung nicht.

An einzelnen Stellen sieht man Schollen von grüngrauem Sandstein, Törnebohm's Ekne-Gruppe, discordant den Falten aufgelagert; sie sind jünger, doch ist ihre Schichtstellung gleichfalls gestört. Vielleicht sind sie von devonischem Alter und stellen sie die caledonische Discordanz dar.

Ueber die Fortsetzung des Faltungsgebirges gegen Nord wurde bereits Näheres gesagt (II, 69). Vogt hat festgestellt, dass von 65° n. Br. an weisser Marmor, begleitet von Glimmerschiefer, einen weit grösseren Antheil an dem Baue der Falten nimmt als nach der Beschaffenheit der Gegend von Trondhjem vermuthet werden sollte. Züge von solchem Marmor, welche bis zu 1000 M. Mächtigkeit erlangen, erscheinen mit Str. NNO. oder NO. in 65° 20′ am Val-Fjord und innerhalb des Gebirges bis Vefsen, dann über Ranen fortstreichend durch das O. vom Svartisen gelegene Dunderlandsdalen, dann W. vom Sulitelma den inneren Theil des Salten-Fjord kreuzend und wieder in 68° 30′ in ähnlicher Weise schräge über den inneren Theil des Ofoten-Fjord streichend.[87]

Nördlich von 67° n. Br. gewinnt man ein besonders deutliches Bild von der Sachlage, denn hier schliessen sich an Sjögren's Forschungen in der Nähe des Sulitelma[88] gegen Osten die ausgedehnten und bis in die nördlichsten Theile Schwedens reichenden Arbeiten von Svenonius,[89] und auf der Linie Bodö—

Sulitelma—Kvikkjokk hat Holmquist das ganze Querprofil genau beschrieben.[90]

Eine Synclinale erster Ordnung nach Holmquist, oder nach dem hier gebrauchten Ausdrucke ein Kulissenthal, gebildet von Glimmerschiefer, streicht in ansehnlicher Breite innerhalb Bodö gegen NNO. quer über Salten-Fjord. Etwa 50 Kilom. östlich vom Meere gelangt man erst an die parallele Anticlinale; es ist ein Marmorzug. Dann folgt neuerdings eine solche Synclinale bis an die Ufer des Langvand. Nun erreicht man den Sulitelma (1877 M.), einen mächtigen Stock von Olivin-Gabbro. Nahe seinem südlichen Fusse hat sich das Streichen der Falten aus NNO. gegen OW. gewendet, und hier wurden im Schiefer Crinoidenstiele gefunden. Jenseits der schwedischen Grenze betritt man das Gebiet der Ueberschiebung, gebildet durch eine grosse Scholle von Glimmerschiefer und Quarzit. Sie ist nicht so breit wie im Süden, doch liegt ihr Ostrand, der Glint, in der Nähe von Kvikkjokk, etwa 180 Kilom. von Bodö. Sie ist hier streckenweise in wiederholte, flache Ueberschiebungen getheilt und die Wechselflächen sind der Bewegung entgegen geneigt, so dass diese bergauf erfolgt ist. Diese Bewegung dürfte in der Schuppe zwischen Sulitelma und Kvikkjokk etwas mehr von N. gegen S. erfolgt sein, und hiedurch wird das OW.-Streichen in der Nähe des Sulitelma veranlasst.

Auch hier sieht man am Glint unter diesem überschobenen Gebirgstheile die flachen cambrischen Schichten der östlichen Facies (Hyolithus-Serie) und diese ruhen auf dem Gneiss und Granit des Schildes.

Weitere Einzelheiten wurden bereits erwähnt. Vogt hat gefunden, dass auf den Lofoten die Trümmer eines grossen Eruptions-Gebietes vorhanden seien. Die Insel Flakstad, Theile von Mosknäsön, von Vestvaagö, ein grosser Theil von Langö mit Oeksnäs, einzelne Stellen von Hindö bestehen aus Olivin-Gabbro, Labradorfels und Augit-Syenit. Der nach älteren Angaben gezogene Vergleich der Lofoten mit den westlichen Hebriden (II, 71) ist daher hinfällig. Diese beträchtlichen Stücke der Inselgruppe gleichen viel eher dem Olivin-Gabbro des

Sulitelma und die Lofoten dürften gleichfalls zu den Kulissen des grossen Faltengebirges gehören.[91]

Von 69° n. Br. an beginnt eine horizontale Decke von petrefactenleerem Sandstein (Gaisa-System bei Tellef Dahll), welche, discordant aufgelagert, mehr und mehr das Faltengebirge verhüllt. Sie bildet den grössten Theil der Ufer vom Alten-Fjord bis zum Varanger-Fjord.[92]

Beziehungen von Skandinavien zu Schottland. Gegen Törnebohm's Erklärung des Baues der westlichen skandinavischen Gebirge durch eine grosse Ueberschiebung ist eingewendet worden, dass eine nahezu horizontale Bewegung einer Erdscholle über die andere auf eine Länge von 9—10 Breitegraden und stellenweise auf die Breite von 100 Kilom. alle unsere Vorstellungen von den dynamischen Vorgängen auf der Erde überschreite. Aber unsere Vorstellungen müssen sich den Thatsachen fügen, und in Betreff dieser besteht kaum irgend eine wesentliche Meinungsverschiedenheit. Man sieht im Gegentheile deutlich, dass heute nur die Ruinen eines noch grösseren Aufbaues vorhanden sind. Brögger betont, dass öfters die höchstliegenden Felsarten den höchsten Grad von Veränderung zeigen[93] und Herr Törnebohm macht mich aufmerksam, dass bei Sjiangili, SW. vom See von Torneå, über dem Urgebirge des Schildes und über nicht merklich gepresstem Sparagmit eine Serie von Schiefergesteinen und zu oberst heftig gepresster Granit liegen. Diess zeigt, dass bedeutende auflastende Gebirgsmassen entfernt worden sind. Man weiss auch nicht, wie weit der Glint seit der Devonzeit durch Abtragung gegen West gerückt ist; man kennt daher nicht die volle Breite der Ueberschiebung und auch weder nach Nord noch nach Süd ihre volle Länge.

Auf der ganzen sichtbaren Länge herrscht aber das Streben der überschobenen Theile, gegen West überzugehen in ein gefaltetes, aus langen Kulissen bestehendes Gebirge mit der allgemeinen Richtung NNO. In diesem Gebirge sind die Anticlinalen und Synclinalen erster Ordnung (Kulissen) ziemlich breit, aber von vielen secundären Falten begleitet und in hohem

Grade dynamisch verändert. In dem überschobenen Theile sieht man wohl auch Pressung, aber es überwiegen auf weite Gebiete hin die Zeichen einer ausserordentlichen Streckung der Gesteine (Auswalzung).

Holmquist, dessen Profil Bodö-Kvikkjokk eben erwähnt worden ist, hat eine hypothetische Erklärung des Vorganges versucht, welche in den nachfolgenden Figuren ihren Ausdruck findet.[94]

Das Urgebirge des Schildes taucht im Norden mit mehr oder minder starker Neigung unter den Glint. Auch die Fenster, welche

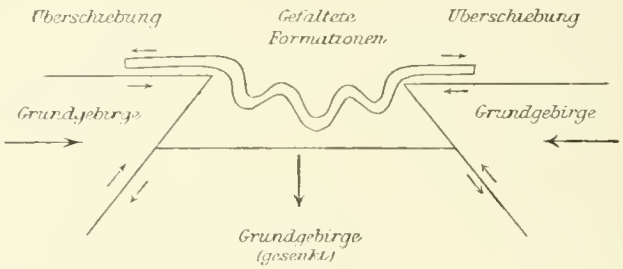


Fig. 20

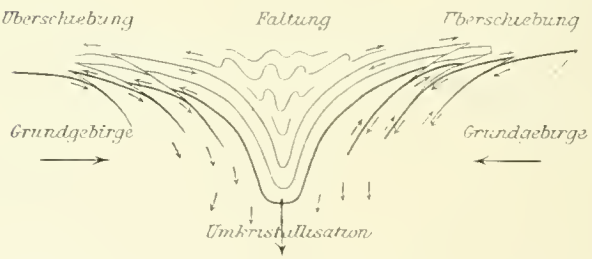


Fig. 21.

Hypothetische Erklärung der skandinavischen Ueberschiebung nach Holmquist (Symmetrischer Vorgang.)

weiter im Süden sich bilden (Taf. XV), liegen zumeist näher gegen den Ostrand. Im Westen, in den tiefen Thälern des Faltengebirges und am Meeresufer, wird nirgends der Schild entblösst. Die Neigung der Schichten in den Kulissen, namentlich die öfters steile Stellung der Marmorzüge verräth, dass seine etwaige Fortsetzung sehr tief unter der heutigen Westküste liegen muss.

Holmquist nimmt eine grabenförmige, symmetrische Versenkung an mit gegenseitiger Annäherung beider Schenkel (Fig. 20 und 21).

Da jedoch im Westen, gegen Trondhjem, die Faltung schwächer wird, da ferner in der ganzen Halbinsel die stärkste dynamische Wirkung sich gegen Osten hin äussert, wird eine einseitige Senkung als der Sachlage noch besser entsprechend angesehen (Fig. 22 und 23). Hiebei folgert Holmquist, dass durch die fortdauernde Senkung des östlichen Theiles (d. i. des Schildes oder Vorlandes) die Ueberschiebung im Wesentlichen zu einer Unterschiebung wird.[95]

Durch diese Vorstellungen wird, strenge genommen, das

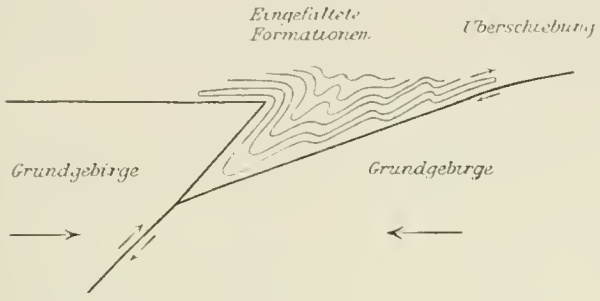


Fig. 22.

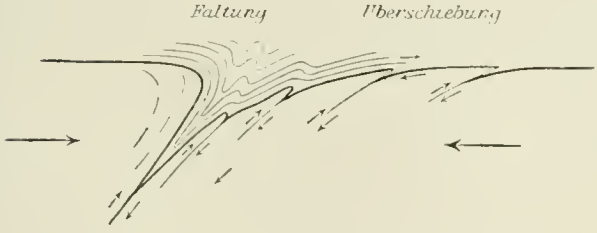


Fig. 23.
Hypothetische Erklärung der skandinavischen Ueberschiebung nach Holmquist.
(Asymmetrischer Vorgang.)

Räthsel nicht gelöst, sondern von der Oberfläche in eine unbekannte Tiefe verlegt. Diess tritt deutlich hervor, sobald man versucht, an die horizontalen Theile von Fig. 22 oder 23 den Maassstab der Natur (100 Kilom.) anzulegen. Aber nichtsdestoweniger entspricht das Bild ganz und gar jenem sonst schwer erklärlichen Versinken der gesammten Masse in einer einzigen gewaltigen, gegen NW. gerichteten Beugung, welche N. von 69° n. Br. beschrieben worden ist (II, 74, Fig. 6). Fügt man in die ältere Auffassung von damals nun die Törnebohm'sche Vorstellung, dass

Rismaalstind und Hattevarre horizontal gegen Ost bewegte Massen seien, dann gewinnt es allerdings den Anschein, als sei die Bewegung aus der Tiefe gekommen, oder als sei im Sinne von Holmquist Versinken und Unterschieben des Vorlandes eingetreten.

Die in der skandinavischen Ueberschiebung sich auslösende Bewegung gegen OSO. ist allen grösseren Bewegungen entgegengesetzt, welche innerhalb des westlichen Eurasien sichtbar sind. In ihrer Fortsetzung gegen SSW., in Schottland, wendet sie sich aber völlig gegen die entgegengesetzte Richtung, gegen WNW. Hier wird sie zu dem ersten Gliede des wiederholten Aufbaues von Europa, zugleich zu einem Theile des Rahmens, in welchem die jüngeren Faltungen ihre Bogen ziehen (II, 153).

Wer nun Holmquist's Voraussetzungen weiter folgen will, mag entweder einen Graben sich vorstellen, von welchem in Skandinavien der östliche, in Schottland dagegen der westliche Rand sichtbar wäre, oder eine zweite, einseitige, entgegengesetzte Senkung, oder endlich eine einzige, windschiefe, über die ganze Strecke sich ausdehnende Dislocations-Ebene.

Die vorcambrischen Gneissmasen der W. Hebriden bleiben durche diese gestörte Zone völlig abgetrennt von den vorcambrischen Gesteinen des baltischen Schildes. Die Fortsetzung des Streichens des Linie von Eriboll führt weit westlich von dem skandinavischen Glint in die Nordsee hinaus. Die grossen Brüche, welche südlich von demselben Schottland zertheilen (II, 95, Fig. 10), liegen aber, obwohl zum Theile jünger, in einer ähnlichen Richtung. Hiedurch gewinnt die Kenntniss von dem inneren Baue der schottischen Horste an Bedeutung. In dem südlichsten derselben, den Southern Uplands, ist es Lapworth durch andauernde Bemühungen gelungen, die dynamisch veränderten Gesteine zu gliedern, und Peach und Horne haben eine genaue Schilderung des Baues geliefert.[96]

Das Streichen ist in den Southern Uplands nicht ganz dem S. von Edinburgh anlangenden Bruche parallel, sondern etwas mehr gegen N. gerichtet, entsprechend dem allgemeinen caledonischen Streichen. Ihr nördlichster Theil besteht aus den

tieferen Theilen des Unter-Silur, die Mitte aus den höheren Theilen desselben, der südliche Rand aus Ober-Silur. Alle diese Schichten sind sehr eng gefaltet; einzelne Glieder erlangen, senkrecht gepackt, eine Breite, welche das Vielfache ihrer Mächtigkeit beträgt. Die mächtigeren Schichten des Unter-Silur bilden im Norden einen gegen oben geöffneten Fächer, dessen Theile von NW. und von SO. her gegen die Axe geneigt sind, und dann gegen die Mitte einen zweiten Fächer, welcher sich gegen unten öffnet. Dazu kommen viele eingeschaltete Lagen von gleichfalls dynamisch veränderten vulcanischen Gesteinen.

Diese veränderten silurischen Schichten streichen nach Irland fort, und namentlich lassen sich die eigenthümlichen Ergussgesteine und Radiolarien-Schichten der untersilurischen Arenig-Gruppe gegen SW. bis an den Slieve Bernagh (N. von Limerick, 52° 45′ n. Br.) verfolgen. Bis hierher reichen ohne Abschwächung die dynamischen Veränderungen der Gesteine durch die caledonische Bewegung; dann folgt quer über Irland der armoricanische Aussenrand.

In diesen inneren und südlicheren Theilen des caledonischen Aufbaues fehlen allerdings cambrische und vorcambrische Gesteine nicht ganz. Ueber vielen als Gneiss angeführten Vorkommnissen schweben aber Meinungsverschiedenheiten und es ist nichts vorhanden, was sich den grossen Gneissketten vergleichen liesse, welche man sonst an der Innenseite so bedeutender Faltungs- und Ueberschiebungsgebiete antrifft. Die Southern Uplands sind im Gegentheile so wie die westlichen Kulissen Norwegen's ein gutes Beispiel dafür, wie ein Gebiet von einstens für viel älter gehaltenen Gesteinen durch Ausdauer aufgelöst werden kann in die zerdrückten Faltenzüge versteinerungsführender Sedimente.[97]

Auch dieser Umstand kann zu Gunsten der Ansicht von Holmquist angeführt werden. Als feststehend muss angenommen werden, dass die vordevonischen Bewegungen von dem armoricanischen Rande in SW.-Irland (52° 30′ n. Br.) durch ganz Schottland und Skandinavien bis zu jenen Spuren, welche unter der discordanten Decke von Sandstein in den nördlichsten

Fjords sichtbar bleiben (bis etwa 70° 30'), als ein einheitliches tektonisches Phänomen mit gleichbleibendem Streichen gegen NNO. anzusehen sind, obwohl die Bewegung in Skandinavien gegen OSO. und in Schottland gegen WNW. gerichtet ist. Ihr Ende ist im Süden wie im Norden verhüllt und es ist sogar möglich, dass sie sich bis Spitzbergen fortsetzt, wo in dem Liefde-Bay-System die devonische Discordanz sich zeigt (II, 85).

Folgerungen. In Asien wurden unterschieden: I. der vorcambrische Scheitel, gegen Osten bis in das pacifische Meer hinaus sich fortsetzend in harmonisch geordneten, jüngeren, peripherischen Bogenstücken; II. die Altaiden, vom jüngeren Scheitel, dem Altai, ausgehend, mit seinen östlichen Aesten den alten Scheitel im Süden umgebend, weiter im Osten wahrscheinlich mehr mit den peripherischen Bogenstücken des alten Scheitels verschmelzend, gegen West aber ausstrahlend in der Virgation des Tian-shan; endlich III. die südlichen Randbogen, in deren östlichsten, den burmanischen Bogen, ein Zweig der östlichen Altaiden eintritt.

Im östlichen Europa finden die südlichen Randbogen (III) ihre Fortsetzung in dem taurisch-dinarischen Bogen. Der Kaukasus gehört zu den Aesten des Tian-shan (II). Nun zeigt sich, dass die russische Tafel ein Theil des alten Scheitels (I) ist, und zwar der sajanischen Hälfte desselben.

Alle wichtigeren Kennzeichen melden diess: die allgemeine Lage, das vorcambrische Alter, die beharrliche sajanische Richtung des Streichens der Falten gegen NW. bis NNW. im Süden, dann mehr NNW. im Norden, bis noch weiter im Norden NNO. erscheint und endlich die Mahnung an die Inselbogen. Der alte Grundbau, welcher am Jenissei unseren Augen entschwunden war, tritt neuerdings zutage. Zugleich erweist sich von Neuem jene ausserordentliche Stetigkeit des Streichens in den ältesten Theilen der Erdrinde, welche in China Richthofen's Aufmerksamkeit gefesselt hatte, welche Tscherski in den Gebirgen des Baikal antraf, welche ebenso Karpinski in der russischen Tafel fand, und welche in so auffallendem Gegensatze steht zu der Mannigfaltigkeit späterer Bildungen.

Der westliche Theil des Scheitels steht im Ganzen nördlicher als der östliche. Gegen seinen südlichen Rand treten durch die Aeste der Altaiden Störungen ein oder verhüllt sich der alte Bau gänzlich.

Vergeblich suchten wir zu ermitteln, ob von den nördlichen Ufern des Hoang-ho die in Kulissen gestellten Randgebirge Anschluss finden möchten an den grossen Chingan, oder, mit anderen Worten, ob eine Rückbeugung dieses Zweiges der Altaiden in die östlichen Gebiete des alten Scheitels stattfinde. Ebenso vergeblich sind wir den Spuren Muschketow's gefolgt, in seinen Untersuchungen über eine etwaige Fortsetzung des grossen Kara-tau auf der Wasserscheide Aral-Irgis. Die Frage betrifft in beiden Fällen denselben Gegenstand. Auch hier handelt es sich darum, ob ein Ast der Altaiden, der Kara-tau, rückkehre in den alten Scheitel. Wie aber die künftige Lösung dieser Frage sich auch gestalten möge, steht doch fest, dass der Ural einen der Faltung des Scheitels harmonischen Bau besitzt, dass er in den obern Flussthälern des Ajat, Tobol und And. weit gegen Ost seine abgetragenen Falten zeigt, und dass er gegen West Kulissen abgibt, welche beweisen, dass auch auf dieser Seite eine gewisse Einheit des Unterbaues vorhanden ist.

Der Ural ist eine Gruppe posthumer Scheitelfalten. So wie in Ost-Asien die faltende Bewegung gegen Ost, in den Grenzbogen gegen Süd, richtet sie sich im Ural gegen West. Als eine peripherische Bildung ist er darum kaum zu bezeichnen, weil die russische Tafel, daher ein beträchtliches vorcambrisches Stück, noch westlich, daher ausserhalb des Ural, liegt. Allerdings kennt man nicht die Structur des Untergrundes des pacifischen Oceans zwischen den Inselbogen, und wenn heute die russische Tafel und das Flussgebiet der Petschora vom Meere überfluthet wären, wie sie es durch lange Zeit gewesen sind, würde der Ural völlig einem peripherischen Bogen des Ostens gleichen und Nowaja-Semljä und Kanin würden noch mehr an die Inselbogen Ost-Asien's erinnern.

Unter den jüngeren Sedimenten des Ob ist ein grosser Theil des alten Scheitels von Eurasien begraben; in Europa tritt

er wieder hervor; im äussersten Westen trifft man auf die skandinavische Ueberschiebung. So fremdartig diese auch erscheinen mag, darf man doch fragen, ob die östlichen Karpathen im Falle einer tiefgehenden Abtragung nicht auch in Fenstern die alte Tafel oder ihre horizontale silurische Decke entblössen würden (I, 247) und in den Westalpen wird uns das Verhältniss der gepressten Synclinalen des Briançonnais zu den Deckschollen zurückführen zu einem Vergleiche mit den skandinavischen Vorkommnissen.

Auf diese Art umgrenzt sich durch den untertauchenden Scheitel im Norden und durch die tonalitische Narbe im Süden der Raum, aus welchem nacheinander die beiden westlichen Endzweige der Altaiden, erst der variscisch-armoricanische und später der alpine Zweig, hervorgetreten sind.

Unter Zurücklassung von Schaaren offener Fragen und dennoch in sehr wichtigen Theilen unsicher oder lückenhaft, hat die Darstellung des Planes der Leitlinien diese Landstriche erreicht. Dieser Theil der Erdoberfläche bezeichnet nicht die letzten Ausläufer der westlichen Altaiden und daher auch nicht das westliche Ende des eurasiatischen Aufbaues. Er eignet sich nicht zu einem Ueberblicke über die Gesammtheit dieser grossen tektonischen Einheit, aber er bezeichnet allerdings das völlige Eintreten in Gebiete, deren Leitlinien bekannt und auch bereits vielfach überprüft sind. Die Besprechung der zunächst folgenden Theile des Planes wird daher rascher vorgehen und sich auch da und dort solchen Fragen zuwenden dürfen, welche weniger den Plan selbst als die weitere Ausgestaltung der Falten betreffen, bis die Rückkehr zum Norden des alten Scheitels und das Zusammentreten der Werchojan'schen Züge mit jenen von Alaska abermals das Aufsammeln der Einzelheiten erheischen werden.

Anmerkungen zu Abschnitt IX: Das nördliche Europa.

[1] A. Karpinski, Geol. Karte des Ost-Abhanges des Ural; 3 Bl. Fol. 1884.

[2] A. Krasnopolski, Bericht über geol. Forschungen in den W.-Sibir. Gebirgsgegenden im J. 1893; Gorn. Journ. 1894, II, p. 53 und dess. Geolog. Forschungen im Becken des Tobol; Djel. Dor. 1899, XX, 50 pp., Karte.

[3] S. von Blatt 139 der geol. Karte d. eur. Russland; Stuckenberg, Bull. com. géol. 1896, p. 249 u. 1898, p. 172, 175 u. an and. Ort.

[4] M. P. Melnikow I, Geol. Excursion an die Flüsse Uwelka und Uja im Bezirke Troitzk; Material. Geol. Russl. 1889, XIII, p. 251—375.

[5] J. P. Falk, Beytr. zur topograph. Kenntniss des russ. Reiches; 4^0, S. Petersburg, 1785, I, S. 364 u. 380.

[6] Karpinski und Tschernyschew, Blatt 139; Mém. com. géol. 1886, III, 2, 82 pp., Karte; insb. p. 73.

[7] Tschagan, Tschegan, auch Tschassan; vgl. I, 642; Geol. Beob. von N. Sjewertzow u. J. Borszczow im W. Theile der Kirgisen-Steppe im J. 1857; Gorn. Journ. 1860, II, p. 300—318; insb. p. 310; auch I, 653, Note 48. Schon N. vom Kaspischen Meere werden an mehreren Punkten, namentlich am Uil Spuren von Naphta erwähnt; Nikitin, Isw. geogr. Ges. 1893, XXIX, p. 630.

[8] Muschketow, Turkestan, I, p. 324, 327; Sjewertzow sagt, man sehe am Irgis weder Berge noch Hügel, wohl aber felsige Ränder des Flussthales; Bull. Acad. Petersb. 1862, IV, p. 484. Auch Romanofski, Material. z. Geol. v. Turkestan, 1880, I, S. 45, 59, u. Romanofski u. Muschketow, Geol. Karte v. Turkestan, Bl. I.

[9] A. Krasnopolski, Geol. Forschungen in den Provinzen Akmolinsk und Semipalatinsk; Djel. Dor. 1900, XXI, 317 pp., Karten; insb. p. 103 u. folg. Diese wichtige Schrift ist mir erst während des Druckes zugekommen. In Betreff des Knie's des Ischim mag auf III, 209 verwiesen sein. Ich kenne nicht die näheren Beziehungen der auf Muschketow's Uebersichtskarte von Turkestán N. von 48^0 n. Br., N. vom Sary-ssu verzeichneten Höhen; der Ulu-tau soll nach älteren Angaben aus Granit bestehen und Bleierze enthalten; G. de Meyendorff, Voy. d'Orenbourg à Bokhara, 8^0, Paris, 1826, p. 93.

[10] J. Muschketow, Geol. Untersuchungen in der Kalmücken-Steppe in den Jahren 1884—1885; Mém. com. géol. 1895, XIV, Nr. 1, 202 pp., Karten.

[11] J. Muschketow, Geol. Untersuchungen in der Kirgisen-Steppe im J. 1894; ebendas. Nr. 5, 27 pp., Karte; auf p. 21 ein Vergleich mit den Jergeni.

[12] A. Karpinski, Uebersicht der phys.-geogr. Verhältnisse des europ. Russland während der verflossenen geol. Perioden; Rede, gehalten bei der feierl. öff. Sitzung d. Akad. Wiss. S. Petersburg, 9. Dec. 1886; Beil. zu Bd. LV der Sapisk. Akad. Nr. 8

(auch deutsch in Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, 1887, 3. Folge) und insb. dess. Uebersicht des Charakters der Schwankungen der Erdrinde innerhalb der Grenzen des europ. Russland; Bull. Acad. Petersb. 1894, V sér. I, p. 1—19, Karten, r.

[13] E. C. Stirling, The Physical Features of Lake Callabonna; Mem. R. Soc. South-Australia, 1900, vol. I, Part 2; V. Amalitzky, Ueber Ausgrabungen der Reste von Wirbelthieren aus den Perm.-Ablag. v. N.-Russland: Trudi Nat. Ges. S. Petersburg; Protokolle für April-Mai, 1900, p. 177—198.

[14] Val. v. Möller, Brief in N. Jahrb. f. Min. 1870, S. 648—650; hier wird das Plateau von Ufa bereits dem Timan-Gebirge verglichen; dess. Ueber die Frage des Plateau von Ufa: Bull. com. géol. 1886, V, p. 235—237.

[15] A. Karpinski u. Th. Tschernyschew, Geol. Karte d. eur. Russl., Bl. 139; Mém. com. géol. 1886, III, Nr. 2, Karte u. Tschernyschew, Bl. 139, Beschreibung des Central-Ural's und des W.-Abhanges; ebendas. 1889, III, Nr. 4; auch Karpinski, Geol. Karte des Ost-Ural, 1884, 3 Bl. Fol.

[16] Tschernyschew, Profil über den Kara-tau im Guide du VII. Congr. internat. 1898, III, p. 9 u. dess. Bl. 139, p. 379. Durch die Ueberschiebung des Vorlandes entfiele die Nöthigung, im Kara-tau einen früheren Abschluss der Faltung vorauszusetzen als in den benachbarten, NO. streichenden Ketten.

[17] A. Pawlow, Die Halbinsel Samara und die Djeguli's; Mém. com. géol. 1887, II, Nr. 5, 63 pp., Karte; p. 55 u. folg. über die muthmaassliche Verbindungslinie.

[18] A. Stuckenberg, Geol Karte d. eur. Russl., Bl. 127; Mém. com. géol. 1898, XVI, Nr. 1, p. 5 u. 506; Philippson hat in einer schematischen Skizze das Verhältniss zum Ural dargestellt in Sitzungsber. Niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk., Bonn, 1898.

[19] A. Krasnopolski, Geol. Karte d. eur. Russland, Blatt 126, Perm-Solikamsk; Mém. com. géol. 1889, XI, Nr. 1 und 1891, XI, Nr. 2; P. Krotow, Geol. Forschungen am W. Ural-Abhange in den Gebieten von Tscherdyn und Ssolikamsk; ebendas. 1888, VI, Nr. 1 und Nr. 2, Karte. Auf der schematischen Figur der Dislocationen des Ural, welche Hr. Karpinski im Bull. Ac. Wiss. S. Petersb. 1894, Nr. 1, p. 13 gegeben hat, erkennt man deutlich das Hervortreten von Sporen, welche gegen NW. gerichtet sind.

[20] Th. Tschernyschew, Arbeiten, ausgeführt im Timan im J. 1889; vorläuf. Bericht: Bull. com. géol. 1890, IX, p. 41—84, Karte; dess. Arbeiten in 1890; ebendas. 1891, X, p. 95—147, Karte.

[21] K. J. Grewingk, Reisen in der Halbinsel Kanin; herausgeg. von Tschernyschew, Karpinski und Nikitin; Beilage Nr. 11 zum LVII. Bande der Sapisk. Ac. Wiss. S. Petersburg, 1891. Auf der begleitenden Karte hat Hr. Tschernyschew den N. Theil des Timan-Gebirges nach den Ergebnissen der Expedition des J. 1890 geologisch colorirt.

[22] E. Fedorow, Geol. Forschungen im N.-Ural in den J. 1884—1886; Gorn. Journ. 1890, I, p. 196 u. folg. (bezieht sich auf 60° 40′ bis 62° 20′ n. Br.); dess. Syenit-Gneisse des N.-Ural; Bull. com géol. 1888, VII, S. 15—31 (hauptsächlich der Zug Tschistop, 61° 25′ bis 61° 35′); dess. Neue Angaben über die Geol. des N.-Ural; ebendas. 1889, VIII, p. 7—17 (bis 63° 45′); ferner an vielen Stellen des Gorn. Journ. u. insb. die geol. Karte des N. Ural von 61° bis 64° 45′; ebendas. 1897, III, r. In den älteren dieser Schriften nimmt Hr. Fedorow an, dass der NS. streichenden Richtung des heutigen Ural in gewissen Theilen des Nordens andere, OW. streichende Falten von grosser Amplitude vorangegangen seien (z. B. Bull. com. géol. 1888, VII, p. 241; da diese Ansicht in den letzten Schriften nicht wiederkehrt, habe ich dieselbe hier nicht besprochen.

[23] Bull. com. géol. 1889, VIII, p. 7.

[24] Karte zu: Der N.-Ural und das Küstengebirge Pae-choi, unters. u. beschr. von einer durch die k. russ. Geogr. Ges. ausgerüsteten Expedition; 4°, S. Petersburg, 2 Bde., 1853 u. 1856. (Der Text von E. Hofmann, die Karte von Kowalski u. mehr.) Das Adakgebirge auch auf Keyserling u. Krusenstern's Reise in das Petschora-Land, Atlas Bl. I; ebendas. S. 374 Profil einer anticlinalen Kulisse in 64° 20′ n. Br.

[25] Erwähnt bei A. G. Schrenk, Reise nach dem NO. des europ. Russland's durch die Tundren der Samojeden zum arkt. Uralgebirge; I, 8^0, Dorpat, 1848, S. 554. (Putkow Kamen.)

[26] A. G. Schrenk, Reise, I, S. 314; dabei wird die Leiche auf die linke Seite gelegt, die mitgegebenen Werkzeuge und Waffen werden unbrauchbar gemacht, wie diess einmal in Europa eine weitverbreitete Sitte war; ebendas. S. 524.

[27] Linschoten in J. C. Adelung, Geschichte der Schiffahrten und Versuche, welche zur Entdeckung des NO.-Weges nach Japan und China unternommen wurden; 4^0, Halle, 1768, S. 155, 156; Dolgoi heisst hier die Moritz-Insel.

[28] Schrenk, Reise, II, 1854, S. 42. Hier sei bemerkt, dass die Meerestiefe vom Festlande bis Kolgujew nach Feilden nirgends 30 Fad. übersteigt, und dass Kolgujew nach Trevor-Battye und Feilden nur eine Anhäufung von glacialem Schutt und von jungen marinen Sedimenten ist; Quart. Journ. geol. Soc. 1896, LII, p. 52 u. folg.

[29] H. W. Feilden, Visits to Barents and Kara Seas with Rambles in N.-Zemlya 1895 and 1897; Geogr. Journ. 1898, XI, p. 333—364, Karte; insb. p. 350.

[30] Carte géologique de la Russie d'Europe, éd. par le Comité géolog.; 6 Blätter, S. Petersburg, 1892.

[31] E. Hofmann, Der N.-Ural, II, Titelkupfer.

[32] Sujew in Pallas, Reise durch verschiedene Provinzen des russ. Reiches; 4^0, S. Petersburg, III, 1776, S. 288 werden ‚schwarze, schräg geneigte Schieferschichten' erwähnt.

[33] E. Hoffmann, Der N.-Ural, II, S. 264.

[34] Schrenk, Reise, II, 68.

[35] O. Finsch, Der Isthmus zwischen dem Karischen Meere und dem Ob; Peterm. Mitth. 1877, S. 216—220, Karte; dess. Reise nach W.-Sibirien; 8^0, 1879, S. 436, 447, 466. — Erman hat in 67^0 12′ n. Br. die östlichen Vorberge bestiegen; er fand Diorit in senkrechten Tafeln Str. N. 35^0 O. getheilt und in grösserer Höhe Hornblendegesteine mit Uebergängen zu gneissähnlichem Talkschiefer; A. Erman, Reise um die Erde, I. Abth., I. Bd. 8^0, 1833, S. 692 u. folg., 702, 708, Atlas, Taf. III; ders. in Erman's Archiv, 1842, II, S. 769. — K. M. Derjugin schildert den Aufstieg zu dem Gipfel Suchar-keu in Trudi naturf. Ges. S. Petersburg, Zool. Abth. 1898, XXIX, p. 58.

[36] Th. Tschernyschew und N. Jakowlew, Die Kalksteinfauna des Cap Grebeni auf der Waigatsch-Insel und des Flusses Nechwatowa auf N.-Semlja; Verh. min. Ges. S. Petersb. 1898, XXXVI, S. 55—99; insb. S. 56 u. folg.; vgl. auch Lindström in Bihang Vetensk. Ak. Handl. Stockholm, 1882, VI, Nr. 18, p. 4.

[37] Th. Tschernyschew, Die Expedition nach N.-Semlja; Isw. russ. geogr. Ges. 1896, XXXII, p. 1—26, Karte; auch in Ymer, 1896, p. 129—149, Karte.

[38] Lehmann in Baer, Expéd. à N.-Zemlja et en Laponie; Bull. scientif. Acad. S. Petersb., 1838, II, S. 154; Tschernyschew und Jakowlew haben die lehrreiche Schilderung des Fl. Nechwatowa aus Lehmann's Tagebuch veröffentlicht und das devonische Alter der Versteinerungen nachgewiesen; Die Kalksteinfauna u. s. w. S. 84 u. folg.

[39] H. Höfer, Graf Wilczek's Nordpolfahrt im J. 1872; II., Ueber den Bau N.-Semlja's; Peterm. Mitth. 1874, S. 303.

[40] F. Toula, Eine Kohlenkalk-Fauna auf den Barents-Inseln (N.-Semlja NW.); Sitzungsber. Acad. Wien, 1875, LXXI, S. 527—608.

[41] A. E. Nordenskjöld, Redogör f. en Exped. till Mynningen af Jenissej etc. Bihang Akad. Vet. Stockholm, 1877, IV, Nr. I, p. 24; diese Vorkommnisse könnten wohl mit dem von Tschernyschew beschriebenen Gebiete in Verbindung stehen. — Die bis 1886 über N.-Semlja bekannten Angaben hat A. Wichmann gesammelt; dess. Zur Geol. von N.-Semlja; Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1886, XXXVIII, S. 516—550.

[42] A. Karpinski, Uebersicht der phys.-geogr. Verhältnisse des europ. Russlands; Beitr. zur Kenntn. des russ. Reiches, 3. Folge, 1887.

43 W. Ramsay, Om Hoglands geol. byggnad; Geol. Fören. Stockholm Förh. 1890, XII, p. 471—490, Karte.

44 A. Inostranzew, C'est le gneiss, qui forme le sous-sol profond de S. Petersbourg; Trudi naturf. Gesellsch. S. Petersb. XXIII, p. 45—51.

45 Ausser den bekannten Vorkommnissen aus dem Gouv. Pskow (II, 290) sind nun cambrische und untersilurische Ablagerungen in noch viel grösserer Entfernung vom baltischen Schilde bei Rawanitschi (zwischen Minsk und Mohilew) beschrieben worden. Bork hat Unter-Silur bei Wischny-Wolotschek (Gouv. Twer) gefunden; A. Karpinski, Mél. géol. et paléont. du Bull. Acad. S. Petersb. 1892, I, p. 139—145 (Bull. nouv. sér. III, p. 1).

46 J. J. Sederholm, Ueber eine archaische Sedimentformation im SW.-Finland; Bull. com. géol. Finlande, 1890, Nr. 6, p. 1—254, Karten; für frühere Auffassungen dess. Om Bärggrunden i Södra Finland, Fennia, 1893, VIII. Nr. 3.

47 M. N. Miklucha-Maklay, Geol. Skizze des Kreises Olonetz und der Inseln des Ladoga-See's in der Umgebung von Walaamo; Mat. z. Geol. Russl. 1897, XVIII. S. 171—264, Karte, r.

48 H. Berghell, Geol. Jaktagg. längs Karelska järnvägen; Fennia, 1892, V, Nr. 2, Karte.

49 Gr. Lisitzin, Några geolog. Jaktaggels. gjord i Trakterna N. om Ladoga Sjö; Medd. fr. Industristyr. i Finland, Helsingfors, 1891, XIV, p. 127—154, Karte. Bei Pitkäranta, am Ostufer, erschweren ausgebreitete Massengesteine die Feststellung des ursprünglichen Streichens; vgl. Törnebohm, Om Pitkäranta malmfält; Geol. Fören. Förh. Stockholm, 1891, XIII, p. 313—334, Karte.

50 A. F. Tigerstedt, Om traktens mellan Höytiänen och Pjelisjärvi geol. och topogr. byggnad; Fennia, 1892, V, Nr. 10, Karten.

51 J. E. Rosberg, Ytbildningar i ryska och finska Karelen mid särskild hänsyn till de Karelska randmoränerna; Fennia, 1892, VII, Nr. 2, Karten; insb. p. 17—27.

52 A. Inostranzew, Geol. Uebersicht der Gegenden zwischen dem Weissen Meere und dem Onega-See; 8° S. Petersburg, 1871, Karte; dess. Geol. Untersuchungen im Norden Russlands in den J. 1869 und 1870; 8°, 1872; dess. Geol. Uebersicht des Bezirkes Powjänetz im Gouv. Olonetz; 8°, 1877. Karten (hier insb. S. 495 u. folg.) r. auch W. J. Kolenko, Geol. Beschreib. des Sa-Onega'schen Gebietes: Material. z. Geol. Russ 1885, XII. S. 23—104. Karte: r.

53 Eine ältere Angabe über den Fund einer devonischen Koralle in Olonetz hat Meinungsverschiedenheiten hervorgerufen, aber der Fund hat seither keine Bestätigung erfahren. R. Ludwig, Die Gegenden am Ssuna- und Semtsche-Flusse im Olonetzer Gouv.; Bull. soc. imp. Natur. Moscou. 1874, II. S. 108—127, Karte.

54 W. Ramsay, Geol. Beob. auf der Halbinsel Kola: Fennia, 1890, III. Nr. 7, Karte; insb. S. 6—8. An dem Eruptivstocke des Umpjavr jedoch Gneiss, Str. N. 20—30° O., Ramsay, Nephelin-Syenit-Gebiet von Kola: Fennia, 1894, II, Nr. 2. p. 70. Die für die Landeskunde wichtigen Studien Rabot's über den Imandra- und Enare-See enthalten keine Angaben über das Streichen; dess. Expl. dans la Laponie Russe; Bull. soc. géogr. Paris, 1889, 7 sér., X, p. 457—547. u. Rabot et Velain; ebendas. 1891, XII.

55 A. F. Tigerstedt, Beskrifn. af de geol. formationerna i SO. delen af Enare samt NO. delen af Sodankylä socknar; Sällskap. f. Finlands Geografi, 1884, p. 1—24, Karte. — J. E. Rosberg, NO. Sodankylä; Helsingfors Geograf. Fören. Tidskr. 1891, p. 1—51, Karte; insb. p. 25. Die ältere Darstellung des Kirchspieles Knusamo von Holmberg gibt nicht die Richtungen des Streichens an; dess. Hydrogr. u. orogr.-geognost. Beobachtungen im N.-Finnland in den J. 1847. 1848 und 1849; Verh. Min. Gesellsch. S. Petersburg, 1855—1856, S. 1—62, Karte. Der an der schwedisch-russischen Grenze hinstreichende Zug von Gneiss, welchen Hummel im J. 1875 zu erkennen glaubte (Geol. Ofvers. Karta öfv. d. kända delen af Norbott. län, 1875, in dess. Und. Berättelse om Malmfindigheter: Sver. Geol. Undersökn, 1877) tritt auf den neueren Karten des

Muonio-Gebietes von Svenonius u. Stjernvall bei weitem nicht in gleicher Deutlichkeit hervor. Ausgedehntes Auftreten von Granit erschwert die Beurtheilung des Streichens; F. Svenonius, Bergr. Norbott. Län in Sver. Geol. Undersökn., 1892, Nr. 126, Karte und Hugo J. Stjernvall, Bidr. till finska Lappmarkens Geognosi; Meddedels. fr. Industristyrels. i Finland, 1892, XIV, p. 71—125, Karte.

56 A. M. Jernström, Material till finska Lappmarkens Geologi; I, Utsjoki och Enare Lappmarker; Bidrag till Känned, af Finlands Nat. och Folk, 1874, XXI, p. 93—229, Karte, u. II, Kitinendalen i Sodankylä socken; ebendas. 1875, XXIV, p. 49—76.

57 Tschernyschew, N.-Semljä, S. 25. Jenseits der Namenlosen Bucht erblickt Tschernyschew eine andere, nämlich die wiederkehrende uralische Richtung. Die Gründe, aus welchen hier ganz N.-Semljä als ein einheitliches Bogenstück aufgefasst wurde, sind bereits angeführt worden.

58 Sederholm, Arch. Sedimentform. S. 211 u. folg.

59 A. G. Nathorst, Ett försök att förklara orsaken till den skarpen gränsen mellan södra Sveriges vestra och östra urterritorium; Geol. Fören. Förhandl. 1886, VIII, p. 95—102.

60 G. de Geer, Om ett Konglomerat inom urberget vid Vestanå i Skåne; Geol. Fören. Förhandl. 1886, VIII, p. 30—54, Karte (deutsch v. Wahnschaffe in Zeitschr. d. geol. Ges. 1886, S. 269—294); auch dess. Bl. Bäckaskog der schwed. Specialkarte, II, O. 40 u. Text; H. Bäckström, Vestånafältet, en petrogenet. Studie; Vetensk. Akad. Handl. Stockholm, 1897, XXIV, Nr. 4; 127 pp., Karte; insb. p. 104.

61 E. Cohen u. W. Deecke, Ueber das krystalline Grundgebirge der Insel Bornholm; aus d. IV. Jahresber. d. geograph. Gesellsch. zu Greifswald, 61 SS.; insb. S. 38 u. folg. Bei Stockholm ist das Streichen auch noch ganz OW.; Svedmark, Geol. För. Förh. 1885, VII, p. 708.

62 G. de Geer, Om algonkisk bergveckning inom Fennoskandias gränsområden; Geol. Fören. Förhandl. 1899, XXI, p. 675—693. Der Verfasser hat die Thatsache der Einklemmung einer meridionalen Scholle von jotnischem Sandstein in Dalsland als eines der Argumente für eine gänzlich veränderte Auffassung der Structur des Landes angesehen. Hienach sollten von den granitischen Massen der Mitte jene Veränderungen (Umorientirungen) ausgegangen sein, welche den Gneissgebieten im Osten und Westen die heutige Beschaffenheit gaben. Diese Arbeit hat das Verdienst gehabt, eine sehr lehrreiche Discussion hervorzurufen; ebendas. 1900, XXII, p. 116—142.

63 Th. Kjerulf, Geol. d. südl. u. mittl. Norwegen, deutsch v. Gurlt; 8^0, 1880, S. 89.

64 K. v. Chrustschow, Ueber die sogen. Labradorite Wolhynien's; Tschermak, Petrogr. Mitth. 1888 neu. Folg., IX, S. 470—527; es wird Str. NW. angegeben, mit Ausnahme eines langen Streifens am Fl. Uz mit Str. NO., aber da es sich um Massengesteine, z. Th. um Gänge handelt, wurde von diesen Angaben abgesehen.

65 W. Laskarew, Geol. Beob. auf der Wasserscheide zwischen dem Oberlaufe des Goryn und jenem des Slutsch; Bull. com. géol. 1899, XVIII, p. 161—194, insb. p. 189.

66 M. N. Miklucha-Maklaj, Geol. Beschreib. der Bezirke von Nowograd-Wolinsk und Schitomir im Wolhyn. Gouv.; Material. z Geol. Russl. 1890, XIV, p. 1—91, Karte; insb. p. 13, 14, 16, r.

67 W. A. Domher, Vorl. Bericht über die geol. Beobachtungen, ausgeführt im Sommer 1883; Bull. com. géol. S. Petersb. 1884, III, p. 183—214, insb. p. 190.

68 N. Sokolow, Hydrogeol. Untersuch. im Gouv. Cherson; Mém. com. géol. S. Petersb. 1896, XIV, Nr. 2, p. 227 u. an and. Ort., Karte.

69 P. P. I'jatnizki, Kurzer vorl. Bericht über eine Excursion an die Ufer des Dnjepr von Nowo-Georgiewsk bis Ekaterinoslaw; Trav. de la Soc. des Naturalistes à l'Univ. de Kharkow, 1886, XX, p. 104—110. In der Umgebung von Kamennopototzk ausnahmsweise Str. NO.; bei Krementschug nach Lewakowski, beide Richtungen, NO. und NW.; an den Stromschnellen zwischen Krementschug und Ekaterinoslaw vorherrschend NW., nach Krotow Tektonik des Dnjeprow'schen Krystallin. Gesteinstreifens; Krichtafovitsch, Ann. géol. 1897, I, p. 30—37.

70 Kriwoi-Rog ist zu wiederholten Malen beschrieben worden; ich nenne nur N. Sokolow. Geol. Beob. im N. Theile des erzführenden Gebietes von Kriwoi-Rog und längs dem Flusse Sholtaja. Bull. com. géol. S. Petersb. 1896, XV, p. 201—223, Karte, und Tsch. Monkowski, Zur Geol. von Kriwoi-Rog; Zeitschr. f. prakt. Geol., hggeb. v. Krahmann. 1897, S. 374—378 (Uebersetzung von K. Milkowski; ein Kärtchen ebendas. S. 182). Monkowski meint, dass die nördlichen Züge durch einen Verwurf (Blatt?) gegen West verschoben sein könnten. Die Karte von Chimanowski Gorn. Journ. 1892, IV, Taf. II zeigt Str. NNO.

71 N. Sokolow, Hydrogeol. Untersuch. im Bezirke Alexandrowsk; Bull. com. géol. S. Petersb. 1896, XV, p. 157—223.

72 N. Sokolow, Geol. Karte des europ. Russland, Bl. 48, Melitopol, Berdiansk, Perekop, Berislawl; Mém. com. géol. S. Petersb. 1889, IX, Nr. 1; Note über die Lagerstätten von Eisenerz im Bezirke Berdiansk; Bull. com. géol. 1890, IX, p. 123—144.

73 J. Morosiewitsch, Lithol. Zusammensetzung der südruss. krystallin. Masse in der Umgebung des Bezirkes Mariupol; Bull. com. géol. S. Petersb. 1898, XVII, p. 27—167; dess. Geol. Beob. im Bezirke Mariupol; ebendas. p. 287—295 und Geol. Beob. im Bezirke Berdiansk; ebendas. 1899, XVIII, p. 371—382.

74 A. Karpinski, Uebersicht des Charakters der Schwankungen der Erdrinde in den Grenzen des europ. Russland; Bull. Ac. S. Petersb. 1894, V sér., I, insb. p. 18, Note 20.

75 Report on the recent Work of the Geol. Survey in the NW. Highlands of Scotland, based on the Field-Notes of Mss. B. N. Peach, J. Horne, W. Gunn, C. T. Clough, L. Hinxmann and H. M. Cadell (commun. by A. Geikie, Dir. Gen.); Quart. Journ. geol. Soc. 1888, XLIV, p. 378—411; ferner: B. N. Peach and J. Horne, The Olenellus-Zone in the NW. Highlands of Scotland; ebendas. 1892, LVIII, p. 227—242; A. Geikie, Ann. Rep. of the Geol. Surv. for the Year ending Dec. 31. 1892; 4th Rep. of the Science & Art Dept. 1893, p. 259 u. folg.; Rep. for 1893, p. 262 u. folg.

76 Arch. Geikie, The history of volcanic action in Gr. Brit.; Anniv. Adress Geol. Soc. for 1891 and 1892; dess. The ancient volcanoes of Gr. Britain; 2 vol., 8°, London, 1897.

77 Report etc. Quart. Journ. Geol. Soc. 1888, XLIV, p. 412. 436. Man hatte anfangs nur Schuppen und keine Faltung oder Ueberstürzung angetroffen. Hieraus entstand die Meinung, dass hier andere Vorgänge als am Rande anderer Faltengebirge stattgefunden hätten. Seither sind, namentlich am Loch Carron, auch grosse Ueberstürzungen angetroffen worden; Ann. Rep. for 1892, p. 261; hierüber: Cadell, Trans. Roy. Soc. Edinburgh, XXXV, p. 342; Marcel Bertrand, Les Montagnes de l'Europe; Revue gén. des Sciences, Decemb. 1892; A. Rothpletz, Geotekton. Probleme S. 100; A. Penck, Geomorpholog. Probleme aus NW.-Schottland, Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin, 1897, XXXII, S. 16 u. folg. Selbstverständlich erfolgt die Auslösung am leichtesten auf solchen minder widerstandsfähigen Lagen, welche zunächst mit der Richtung des Schubes übereinstimmen. Geikie hat gezeigt, dass solche Anslösung sogar auf Intrusivgängen erfolgen kann, deren Ebene günstig gelegen ist, und dass dabei diese zermahlen und die geschichteten Gesteine geschont werden können.

78 Auch Hr. Callaway, welcher ursprünglich den östlichen Gneiss für ein selbständiges Gebilde hielt, schloss sich später dieser Meinung an; The Present State of the Archæan Controversy in Britain; Geol. Magaz. 1889, p. 323.

79 Ann. Rep. for 1893, p. 264.

80 Arch. Geikie, Anniv. Adress Geol. Soc. for 1891, p. 72.

81 Judd, Adress Brit. Association Aberdeen, 1885, p. 15; H. Reusch, Bömmelöen og Karmöen med omgivelser geol. beskrev.; Udgiv. af d. geol. Undersögelse; gr. 8°, Kristiania, 1888, Karten; insb. p. 240.

82 A. E. Törnebohm, Om fjällproblemet; Geol. Fören. Stockholm Förh. 1888, X, p. 328—336; dess. Om hogfjällsquartsiten; ebendas. 1891, XIII, p. 37—44; Försök till en tolkning af del nordligaste Skandin. fjällgeologi; ebendas. 1893, XV, p. 81—94;

ferner ebendas. 1894, XVI, p. 161 u. an and. Ort., insb. dessen zusammenfassendes Werk: Grunddragen af det Centr. Skandinav. Bergbyggnad; Vetensk. Akad. Handl. Stockholm, 1896, XXVIII, Nr. 5, 212 pp., Karten.

[83] C. Wiman, Ueber das Silurgebiet des Bottnischen Meeres; Bullet. of the Geol. Institut. of the Univ. of Upsala, ed. by Hj. Sjögren, I (1892—1893), S. 65—75.

[84] Ueber diese Profile auch C. Wiman, Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland; Bull. Upsala, III (1896—1897), S. 269—301, Karte.

[85] Mehrere Beispiele der Schichtfolge im Glint wurden II, 66 u. folg. angeführt. Folgende neuere Angaben mögen hinzugefügt werden: *1.* Hardangervidda (60° n. Br.) Urgebirge (Granit und Gneiss); 45—50 M. Alaunschiefer, hieher Dictyograpt. flabelliformis vom Huulberge = cambrische Zone 2e von Kristiania; 40 M. Blauquarz; 10 M. Marmor, muthmaasslich = Orthocerenkalkstein = Unter-Silur, Stufe 3; 220 M. grüngrauer Phyllit, wahrscheinlich = Björlykke's Graptolithenschiefer vom Gausdal = Unter-Silur, Stufe 4; darüber bis 300 M. mächtig Hälleflinta, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneiss, gegen NO. auch Sparagmit und Quarzconglomerat. W. C. Brögger, Lagföljen på Hardangervidda, Norge's Geol. Undersög. 1893, Nr. 11 und K. O. Björlykke, Graptolitför. Skiferne i V. Gausdal; ebendas. 1891, p. 1—10. *2.* Vom Storsjön gegen Offerdal und den Kallsjön (63° u. 64° n. Br.) Urgebirge; cambrisch und Silur bis zum obersilurischen Pentameruskalk und dem Graptolithenschiefer von Schonen, flach oder gegen West geneigt, bei Offerdal Schieferung und Spuren erlittenen Druckes; weiter gegen West darauf die Sevegruppe (Åre-Schiefer, Granatgneiss u. s. w.) und auf diesen noch zwei grosse Schollen von Sandstein und Schiefer, welche dem westlichen Silur von Trondhjem verglichen werden. A. G. Högbom, Geol. Beskrifn. ofver Jemtlands Län; Sver. Geol. Unders. Ser. C, Nr. 140, 4°, 1894, 106 pp. Karte. *3.* In Norbotten von 66° bis 69° n. Br. ist die Schichtfolge ähnlich. Am östlichen Ramanvare über dem Urgebirge 50 M. Scolithus-Sandstein; 15 M. graugrünen Schiefer mit Hyolithes (cambrisch); 30 M. schwarzer Thonschiefer, auch Quarzsandstein und Phosphorit-Conglomerat; 90 M. sog. Raman-Schiefer. Darüber, zumeist etwas gegen W. zurücktretend, in grosser Mächtigkeit Glimmerschiefer und quarzitischer Schiefer, darüber lichter Hälleflint-Gneis, auch gewöhnlicher Gneiss, dann eine dunkle Zone mit Hornblendgesteinen, dann, die Hauptmasse der Berge bildend, eine Phyllitserie, begleitet von Kalkglimmerschiefer u. s. w. Zuoberst Amphibolitgesteine mit eklogitartigem Schiefer, Gneiss und weissem Marmor. Züge von Olivingesteinen sind eingeschaltet. Fr. Svenonius, Om Berggrunden in Norbottens Län; Sver. Geol. Undersökn. 1892, Ser. C, Nr. 126; auch W. Petterson, Om de geol. förhall. i trakten omkring Siangeli Koppermalmsfält i Norbott. län; Geol. Fören. Stockholm Förh. 1897, XIX, p. 295—306, Karte u. an and. Ort.; für die Einschaltungen der Olivingesteine Svenonius ebendas. 1888, VII, p. 205 und 1893, XV, p. 16; für die mikroskop. Beschaffenheit der Åreskutan-Scholle H. Reusch, En dag ved Åreskutan; Norg. geol. Undersög. Aarb. 1891, p. 22—32.

[86] H. Reusch, Bömmelöen og Karmöen med omgivelser geol. beskr.; Udgiv. af d. geol. undersög.; gr. 8°, Kristiania, 1888, Karten; ein gutes Uebersichtskärtchen im Neuen Jahrb. f. Min. 1887, Beilage Bd. V., S. 53.

[87] J. H. L. Vogt, Norsk marmor; Norges Geol. Undersög. Nr. 22, 1897, Karten; auch dess. Dunderlandsdalens jernmalmfelt, ebendas. Nr. 15, 1894 u. an and. Ort.

[88] Hj. Sjögren, Om Sulitelmakisernas Geologi; Geol. För. Förh. 1894, XVI, p. 394—437 und Nya Bidrag, ebendas. 1895, XVII, p. 189—210, Karte.

[89] F. Svenonius, Om Berggrunden i Norbottens Län; Sver. geol. Undersökn. 1892, Ser. C, Nr. 126, 43 pp., Karte; dess. Ofversikt af Stora Sjöfallets och angräns. fjälltrakters geol. II, Geol. För. Förhandl. 1899, XXI, p. 541—570.

[90] P. J. Holmquist, En geol. Profil öfver Fjellområderna emell. Kvikkjok och Norska Kusten; ebendas. 1900, XXII, auch Sver. geol. Undersökn. Ser. C, Nr. 185, 100 pp. Karte.

[91] Vogt, Norsk Marm. p. 176—184.

92 Auf diesen Sandstein beziehen sich Strahan's Beobachtungen über die Einschaltung glacialer Blöcke; dess. On Glacial Phenom. of Palaeozoic age in the Varanger Fjord; Journ. Geol. Soc. 1897, LIII, p. 137—146.

93 Brögger, Hardangervidda, p. 138 u. folg.

94 P. J. Holmquist, Bidrag till diskuss. om den skandinav. fjellkedjans tektonik; Geol. För. Förhandl. 1901, XXIII, p. 55—71.

95 Holmquist, ebendas p. 67.

96 B. N. Peach and J. Horne, The Silurian Rocks of Britain, vol. I, Scotland; Mem. Geol. Surv. 1899, 8°, 749 pp., Karte; insb. p. 71 u. folg.

97 z. B. Ch. Callaway, The Present State of the Archaean Controversy in Britain; Geol. Mag. 1889, 3. Dec., VI, p. 319—325; dess. On the Origin of some of the Gneisses of Anglesey; Quart. Journ. Geol Soc. 1897, LIII, p. 349—357; Grenville A. J. Cole, On metam. Rocks in E. Tyrone and S. Donegal; Trans. Acad. Dublin 1900, XXXI, p. 431—472 u. And.

Druck von Rudolf M. Rohrer in Brünn.

Versuch einer schematischen Darstellung
der Scheitel Eurasiens.
Nach den Angaben von Eduard Suess
bearbeitet von Hans Fischer.
Maßstab 1:7000 000
Kilometer
Ost! Lange 100 v Greenwich

SU 24
A

GB
53
S8
1892
Bd.3
T.1

Suess, Eduard
Das Antlitz der Erde
2., unveränderte Aufl.

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C